

Rec'd PCT/PT 27 SEP 2004 From the INTERNATIONAL BUREAU

PC-P1748

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

ITOH, Susumu  
Musashi Bldg.  
4-4, Nishishinjuku 7-chome  
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023  
JAPONDate of mailing(day/month/year)  
09 October 2003 (09.10.03)Applicant's or agent's file reference  
03P00465

## IMPORTANT NOTICE

International application No.  
PCT/JP03/03848International filing date(day/month/year)  
27 March 2003 (27.03.03)Priority date(day/month/year)  
29 March 2002 (29.03.02)

Applicant

OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.

1. Notice is hereby given that the International Bureau has **communicated**, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

CN, JP, KR, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 09 October 2003 (09.10.03) under No. 03/082587

4. **TIME LIMITS for filing a demand for international preliminary examination and for entry into the national phase**

The applicable time limit for entering the national phase will, **subject to what is said in the following paragraph**, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office if a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of **19 months** from the priority date, but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see *PCT Gazette* No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the *PCT Newsletter*, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, **time limits other than the 30-month time limit** will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For **regular updates on the applicable time limits** (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the *PCT Gazette*, the *PCT Newsletter* and the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters, all available from WIPO's Internet site, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

For filing a demand for international preliminary examination, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume I/A, Chapter IX. Only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

It is the applicant's **sole responsibility** to monitor all these time limits.

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Judith Zahra

Facsimile No.(41-22) 740.14.35

Telephone No.(41-22) 338.91.11

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年10 月9 日 (09.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/082587 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B41J 29/46, 2/01, 2/525, G06F 3/12, G06T 1/00, H04N 5/225, 5/76

LTD.) [JP/JP]: 〒151-0072 東京都 渋谷区 幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03848

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2003 年3 月27 日 (27.03.2003)

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 龍田 成示 (TAT-SUTA, Seiji) [JP/JP]: 〒192-0916 東京都 八王子市 みなみ野四丁目 1 番 7 - 3 0 2 号 Tokyo (JP). 海老原 利行 (EBIHARA, Toshiyuki) [JP/JP]: 〒191-0011 東京都 日野市 日野本町七丁目 6 番 3 7 - 1 0 9 号 Tokyo (JP). 小宮 康宏 (KOMIYA, Yasuhiro) [JP/JP]: 〒191-0055 東京都 日野市 西平山五丁目 6 番 5 8 号 Tokyo (JP). 井岡 健 (IOKA, Ken) [JP/JP]: 〒193-0832 東京都 八王子市 散田町五丁目 1 6 番 2 - 2 1 2 号 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-97419 2002 年3 月29 日 (29.03.2002) JP

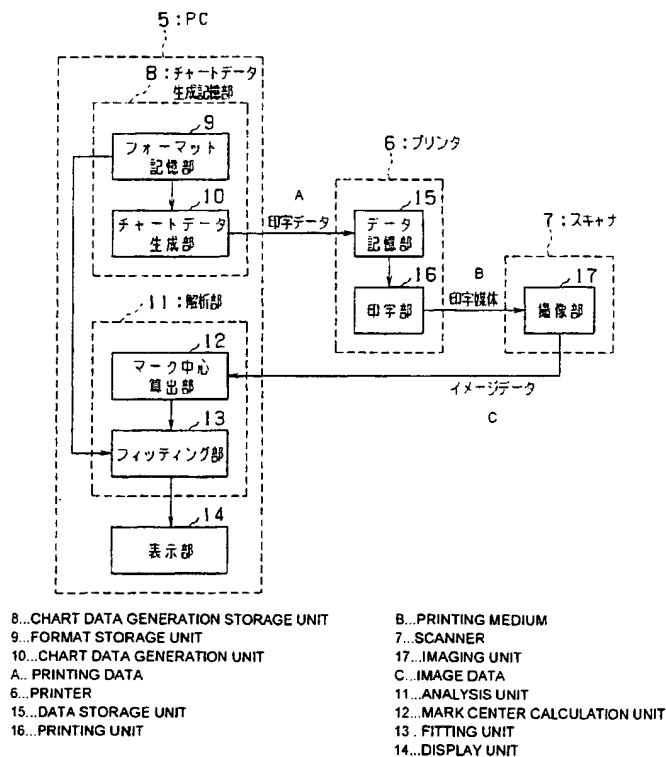
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス光学工業株式会社 (OLYMPUS OPTICAL CO.,

(74) 代理人: 伊藤 進 (ITO, Susumu); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿七丁目 4 番 4 号 武蔵ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: TEST CHART, GEOMETRICAL CHARACTERISTIC ANALYSIS SYSTEM, GEOMETRICAL CHARACTERISTIC ANALYSIS METHOD, PRINTER, AND INK-JET PRINTER

(54) 発明の名称: テストチャート、幾何特性解析システム、幾何特性解析方法、プリンタ、インクジェットプリンタ



(57) Abstract: A geometrical characteristic analysis system comprising a format storage unit (9) storing therein a predetermined geometrical characteristic format; a chart data generation unit (10) generating chart data based on the geometrical characteristic format; printing unit (16) creating a test chart by printing marks on a recording medium such as a printing form based on the chart data; an imaging unit (17) outputting a chart image by imaging the test chart; a mark center calculation unit (12) calculating the center of each mark using the chart image; and a fitting unit (13) analyzing the geometrical characteristic by comparing the calculation result produced by the mark center calculation unit (12) with the chart based on the geometrical characteristic format and then performing fitting so that the square error of the mark positions is minimized.

(57) 要約: 所定の幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶部(9)と、上記幾何特性フォーマットに基づきチャートデータを生成するチャートデータ生成部(10)と、上記チャートデータに基づいてマーク群を用紙等の記録媒体に印字することによりテストチャートを作成する印字部(16)と、上記テストチャートを撮像してチャートイメージを出力する撮像部(17)と、上記チャートイメージから各マークの

[続葉有]

中心を算出するマーク中心算出部(12)と、このマーク中心算出部(12)による算出結果と上記幾何特性フォーマット

## 明 細 書

テストチャート、幾何特性解析システム、幾何特性解析方法、プリンタ、インクジェットプリンタ

## 技術分野

この発明は、テストチャートと、このテストチャートを用いて記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何的特性を解析するための幾何特性解析システム、幾何特性解析方法と、この幾何特性解析システムまたは幾何特性解析方法により幾何特性の解析を行い得るプリンタ、インクジェットプリンタと、に関する。

## 背景技術

デジタル的に記録された画像を、プリンタ等の記録装置によって用紙やフィルムなどの記録媒体に記録したり、逆に、これらの記録媒体に記録された画像をスキャナ等の撮像装置によって撮像するときには、得られる画像の品質は、記録装置の記録特性や記録媒体の媒体特性、あるいは撮像装置の撮像特性などに大きく左右される。

記録装置や撮像装置においては、特に、記録媒体の記録面の面積よりも小さな面積の記録部（例えばヘッド）や撮像部（例えばCCD）を複数用いることがあり、これらを記録媒体に対して相対的に移動させることにより該記録媒体への記録や撮像を行っているために、複数の記録部同士あるいは撮像部同士の位置関係や、移動に伴うメカ的誤差などの幾何的特性が、画像の品質に与える影響は少ない。

例えば、記録装置としてのカラーインクジェットプリンタは、インクの各色に応じた複数のヘッドを備えているが、これらのヘッド位置が互いに僅かにずれていたとしても、各色のドットが正しく重ね合わされことなく印刷されてしまい、色ずれを生じて印字品質を著しく劣化させる要因となる。

そこで、例えば特開平10-278311号公報には、色ずれを検出し易いテ

置との少なくとも1つに係る幾何的特性を容易に高精度で解析することを可能とするテストチャート、幾何特性解析システム、幾何特性解析方法、プリンタ、インクジェットプリンタを提供することを目的としている。

#### 発明の開示

第1の発明は、記録装置と記録媒体と撮像装置との内の少なくとも1つに係る幾何特性を解析するために用いられるテストチャートであって、記録面を有する記録媒体と、この記録媒体の記録面上に所定の幾何特性フォーマットに基づいてマークにおける所定の位置を画像处理的に測定可能となるような形状でかつ一のマークと他のマークとを画像处理的に分別可能となるような間隔で配列して記録された複数のマークと、を具備したテストチャートである。

また、第2の発明は、上記第1の発明において、上記所定の幾何特性フォーマットが、解析する幾何特性に応じて設計されたものである。

さらに、第3の発明は、上記第2の発明において、上記所定の幾何特性フォーマットにより規定されるマークの数が、マークの記録位置精度と、解析する幾何特性の要求精度と、に基づいて決定されるものである。

第4の発明は、上記第3の発明において、上記所定の幾何特性フォーマットが、上記マークの記録位置精度に方向依存性がある場合には、記録位置精度の低い方向により多くのマークを配置するように、設計されたものである。

第5の発明は、上記第1の発明において、上記所定の幾何特性フォーマットが、上記複数のマークを、上記記録面上の少なくとも一方向において等間隔に配列させるものである。

第6の発明は、上記第1の発明において、上記所定の幾何特性フォーマットが、上記記録面上の少なくとも一方向において、同数のマークをそれぞれ配置させるものである。

第7の発明は、上記第1の発明において、上記マークが、単一のドット、または、全体として所定の形状をなすように隣接して配列された複数のドット、により構成されたものである。

第8の発明は、上記第1の発明において、当該テストチャートが、複数の部分

10 マーク記録可能な面積に1 マークの記録、乃至20 マーク記録可能な面積に1 マークの記録がそれぞれ行われる密度である。

第18の発明は、上記第1の発明において、上記マーク同士の干渉の生じ易さに方向依存性がある場合には、該干渉を最も生じ易い一方向におけるマーク同士の間隔よりも、該一方向に直交する他方向のマーク同士の間隔が狭くなるように、上記複数のマークが配列されている。

第19の発明は、上記第1の発明において、上記複数のマークが、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るような、少なくとも2種類の幾何特性フォーマットに基づいて記録されたものである。

第20の発明は、上記第1の発明において、上記幾何特性フォーマットが、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るように設計されたものである。

第21の発明は、上記第1の発明において、当該テストチャートが、上記マークを検出するためのものであって、該マークとは異なる態様で記録された基準マーク、をさらに含むものである。

第22の発明は、上記第21の発明において、同一直線上にない少なくとも3つの上記基準マークが設けられている。

第23の発明は、上記第1の発明において、当該テストチャートが、上記複数のマークを記録するための記録手段に係る不良を検出するための、複数のドットを帯状に一樣に記録してなるバー、を含むものである。

第24の発明は、上記第1の発明のテストチャートを用いて、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何特性を解析するための幾何特性解析システムであって、上記幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶手段と、上記テストチャートを光学的に読み取ってチャートイメージを生成する撮像手段と、この撮像手段により生成したチャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置と上記フォーマット記憶手段に記憶されている幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々に係る上記所定の位置との誤差が最小となるように上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置を規定するための基準点と基準ベクトルとの少なくとも

第 33 の発明は、上記第 30 の発明において、上記解析手段による解析結果に応じて、上記幾何特性フォーマットを再構成して、上記記録手段により上記記録媒体の記録面への記録を行うものである。

第 34 の発明は、上記第 30 の発明において、上記解析手段による解析結果に応じて、上記記録手段の幾何特性を調整するものである。

第 35 の発明は、上記第 34 の発明において、上記記録手段の幾何特性の調整が、スキュー調整、濃度調整、タイミング調整の順で行われるものである。

第 36 の発明は、上記第 30 の発明において、上記記録媒体を上記記録手段に対して相対的に搬送するための搬送手段をさらに具備し、上記撮像手段は、上記搬送手段による搬送方向における上記記録手段の下流側に配置され、該記録手段が上記複数のマークを記録することにより構成されたテストチャートを光学的に読み取るためのラインセンサを有して構成されたものである。

第 37 の発明は、上記第 30 の発明において、上記記録手段が、インクを吐出することにより上記記録媒体上に上記複数のマークを記録し得るインクジェットヘッドを含んで構成されたものである。

第 38 の発明は、上記第 30 の発明において、上記撮像手段は、撮像解像度が、上記記録手段の記録解像度よりも高くなるように構成されたものである。

第 39 の発明は、上記第 30 の発明において、上記解析手段が、上記記録手段とは別体であって、かつ上記撮像手段とは別体となるように構成されたものである。

第 40 の発明は、上記第 30 の発明において、上記フォーマット記憶手段が、上記記録手段に一体的に保持されており、自己が一体的に保持される記録手段に適した幾何特性フォーマットを記憶するものである。

第 41 の発明は、上記第 24 の発明において、上記記録媒体が、該記録媒体とは異なる他の記録媒体を上記撮像手段に対して相対的に搬送するための搬送ベルトであって、上記記録面は、この搬送ベルトのベルト面であり、上記テストチャートは、複数のマークをこのベルト面に記録することにより構成されたものである。

第 42 の発明は、上記第 41 の発明において、上記複数のマークが、上記搬送

第49の発明は、上記第48の発明において、上記複数のマークが、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るような、少なくとも2種類の幾何特性フォーマットに基づいて記録されたものである。

第50の発明は、上記第48の発明において、上記解析ステップが、上記テストチャートを複数の部分チャートに区分して、一の部分チャートの幾何特性を、基準とする他の部分チャートの幾何特性と相対的に比較することにより、幾何特性の解析を行うステップである。

第51の発明は、上記第48の発明において、上記複数のマークを上記記録媒体の記録面に少なくとも1つの記録手段を用いて記録する記録ステップをさらに含む。

第52の発明は、上記第51の発明において、上記解析ステップによる解析結果に応じて、上記記録手段の幾何特性を調整する。

第53の発明は、上記第52の発明において、上記記録手段の幾何特性の調整が、スキュー調整、濃度調整、タイミング調整の順で行われる。

第54の発明は、上記第48の発明の幾何特性解析方法を用いて幾何特性の解析を行い得ることを特徴とするプリンタである。

第55の発明は、上記第48の発明の幾何特性解析方法を用いて幾何特性の解析を行い得ることを特徴とするインクジェットプリンタである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態の原理に係る、一次元方向にマークを配列してなるチャートデータを示す図。

図2は、上記実施形態の原理に係る、テストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図。

図3は、上記実施形態の原理に係る、複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図。

図4は、上記実施形態の原理に係る、2次元状にマークを配列したテストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと

ライン方向に連続させることにより記録密度を高めるようにした例を示す図。

図 19 は、上記第 1 の実施形態において、複数の小チャートをグルーピングして部分チャートを構成する例を示す図。

図 20 は、上記第 1 の実施形態において、チャート上に基準マークを配置した例を示す図。

図 21 は、上記第 1 の実施形態において、基準マークの位置に基づき各マークの概略の位置を算出する様子を示す図。

図 22 は、上記第 1 の実施形態において、ヘッド毎に基準マークを配置してマークの概略の位置を算出する様子を示す図。

図 23 は、上記第 1 の実施形態において、チャート上にバーを配置した例を示す図。

図 24 は、上記第 1 の実施形態において、重心を算出する際にドットにかけるマスクを示す図。

図 25 は、上記第 1 の実施形態において、マークの位置を比較的正確に推定してマスクを小さく設定した例を示す図。

図 26 は、上記第 1 の実施形態において、マークの位置の推定誤差が比較的大きくマスクを大きめに設定した例を示す図。

図 27 は、上記第 1 の実施形態において、マークの重心を算出する際のマスクにおける輝度レベルと座標を示す図。

図 28 は、上記第 1 の実施形態において、グループ単位で算出される最も確からしい基準点と 2 つの基準ベクトルの様子を示す図。

図 29 は、上記第 1 の実施形態において、幾何特性を解析する際に用いる、グループ毎に算出された基準点や基準ベクトルの例を示す図。

図 30 は、上記第 1 の実施形態において、グループを異ならせた複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図。

図 31 は、上記第 1 の実施形態において、複数のヘッドに関する解析結果として得られた基準位置および基準ベクトルの分布例をそれぞれ示す図。

図 32 は、上記第 1 の実施形態におけるチャートデータの一変形例を示す図。

図 33 は、本発明の第 2 の実施形態において、ヘッドと撮像部との記録媒体搬



図48は、上記第5の実施形態において、2つのヘッドをノズルの配列ピッチの半位相だけずらして接合し構成されたヘッドユニットにスキュー角が生じているときのドットピッチの様子を示す図。

図49は、上記第5の実施形態において、2つのヘッドをノズルの配列ピッチの半位相だけずらして接合し構成されたヘッドユニットにより、印字を行ったときの、スキュー角があるときとないときの様子を比較して示す図。

#### 発明を実施するための最良の形態

実施の形態を具体的に説明する前に、後述する各実施形態において用いられる原理、すなわち、所定の幾何特性フォーマットに基づいて作成されたテストチャートを撮像して得られるチャートイメージと、該幾何特性フォーマットと、のフィッティングを行うことにより、幾何特性（歪み）を解析する手段について説明する。

まず、図1から図3を参照して、複数のマークを1次元方向に配列する例について説明する。図1は一次元方向にマークを配列してなるチャートデータを示す図、図2はテストチャートを撮像して得られるチャートイメージにおける基準点および基準ベクトルと各マークとの位置関係を示す図、図3は複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図である。

基準点（の位置ベクトル） $M$ と基準ベクトル $U$ とを用いて、孤立した複数のマークの内の $i$ 番目のマークの位置 $P_i$ を、次の数式1、

【数式1】

$$P_i = M + h_i U$$

に示すように規定する幾何特性フォーマットに基づき、画像データでなるチャートデータを図1に示すように作成する。

ここに、 $h_i$ は、離散数 $i$ をパラメータとして実数空間内で定義されるスカラーであり、図1においては、特に、 $h_i = i$ となる場合、つまり、チャートデータ上で、マークが等間隔に配列されている場合、を図示している。

このチャートデータを記録装置を用いて記録媒体に記録することによりテストチャートを構成し、さらに、このテストチャートを撮像装置によって撮像したと

【数式 6】

$$\sum_i 1 = N$$

とすると、それぞれ次の数式 7 から数式 10 に示すようになる。

【数式 7】

$$\begin{aligned}\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_x} &= \sum_i 2(\hat{m}_x + h_i \hat{u}_x - x_i) = 0 \\ N\hat{m}_x + \hat{u}_x \sum_i h_i &= \sum_i x_i\end{aligned}$$

【数式 8】

$$\begin{aligned}\frac{\partial E}{\partial \hat{u}_x} &= \sum_i 2(\hat{m}_x + h_i \hat{u}_x - x_i)h_i = 0 \\ \hat{m}_x \sum_i h_i + \hat{u}_x \sum_i h_i^2 &= \sum_i x_i h_i\end{aligned}$$

【数式 9】

$$\begin{aligned}\frac{\partial E}{\partial \hat{m}_y} &= \sum_i 2(\hat{m}_y + h_i \hat{u}_y - y_i) = 0 \\ N\hat{m}_y + \hat{u}_y \sum_i h_i &= \sum_i y_i\end{aligned}$$

【数式 10】

$$\begin{aligned}\frac{\partial E}{\partial \hat{u}_y} &= \sum_i 2(\hat{m}_y + h_i \hat{u}_y - y_i)h_i = 0 \\ \hat{m}_y \sum_i h_i + \hat{u}_y \sum_i h_i^2 &= \sum_i y_i h_i\end{aligned}$$

ここで、

【数式 11】

$$\begin{aligned}\sum_i h_i &= A, \quad \sum_i h_i^2 = B \\ \sum_i x_i &= P_x, \quad \sum_i x_i h_i = Q_x \\ \sum_i y_i &= P_y, \quad \sum_i y_i h_i = Q_y\end{aligned}$$

とおくと、上記数式 7 から数式 10 は、

上述したような1次元の場合と同様に、基準点（の位置ベクトル） $M$ と互いに独立な基準ベクトル $U$ 、 $V$ と、を用いて、孤立した複数のマークの内の、基準点から $U$ 方向に $i$ 番目、 $V$ 方向に $j$ 番目に位置する（以下、単に「 $i j$ 番目に位置する」と表現する）マークの位置 $P_{ij}$ を、次の数式14、

【数式14】

$$P_{ij} = M + f_i U + g_j V$$

に示すように規定する幾何特性フォーマットに基づき、画像データでなるチャートデータを作成する。

ここに、 $f_i$ 、 $g_j$ は、離散数 $i$ 、 $j$ をそれぞれパラメータとして実数空間内で定義されるスカラーである。

このチャートデータを記録装置を用いて記録媒体に記録することによりテストチャートを構成し、さらに、このテストチャートを撮像装置によって撮像したときに得られるチャートイメージ上に、仮の基準点 $M(\text{ハット})$  ( $m(\text{ハット})x$ 、 $m(\text{ハット})y$ )と、仮の基準ベクトル $U(\text{ハット})$  ( $u(\text{ハット})x$ 、 $u(\text{ハット})y$ )および $V(\text{ハット})$  ( $v(\text{ハット})x$ 、 $v(\text{ハット})y$ )と、を設定する。そして、この仮の基準点 $M(\text{ハット})$ と仮の基準ベクトル $U(\text{ハット})$ および $V(\text{ハット})$ とを用いて、幾何特性フォーマットに基づき、 $i j$ 番目のマーク（マーク $i j$ ）の位置 $P(\text{ハット})_{ij}$ を求めると、次の数式15に示すようになる。

【数式15】

$$\hat{P}_{ij} = \hat{M} + f_i \hat{U} + g_j \hat{V}$$

ここで、チャートイメージから得られる（実測された） $i j$ 番目のマークの所定の位置、ここでは特に中心位置、の位置ベクトルを $R_{ij}(x_{ij}, y_{ij})$ とすると、 $i j$ 番目のマークの、幾何特性フォーマットに基づく位置と実測位置との誤差 $\varepsilon_{ij}$ は、次の数式16に示すように表される。

【数式16】

$$\varepsilon_{ij} = |\hat{P}_{ij} - R_{ij}|$$

従って、各マークにおける誤差の2乗和 $E$ は、次の数式17に示すようになる。

【数式 2 1】

$$\begin{pmatrix} N & \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} g_j \\ \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} f_i^2 & \sum_{ij} f_i g_j \\ \sum_{ij} g_j & \sum_{ij} f_i g_j & \sum_{ij} g_j^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{m}_x \\ \hat{u}_x \\ \hat{v}_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{ij} x_{ij} \\ \sum_{ij} f_i x_{ij} \\ \sum_{ij} g_j x_{ij} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} N & \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} g_j \\ \sum_{ij} f_i & \sum_{ij} f_i^2 & \sum_{ij} f_i g_j \\ \sum_{ij} g_j & \sum_{ij} f_i g_j & \sum_{ij} g_j^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{m}_y \\ \hat{u}_y \\ \hat{v}_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{ij} y_{ij} \\ \sum_{ij} f_i y_{ij} \\ \sum_{ij} g_j y_{ij} \end{pmatrix}$$

となり、クラメルの公式を用いて、これらの行列式を満たすM(ハット)、U(ハット)、V(ハット)の解を求めることができる。解を求めるための実際の演算処理は、コンピュータ等を用いれば良い。

なお、上述でも既に使用している幾何特性フォーマットやチャートに関連する用語の関係は、図5に示すようになっている。図5は、幾何特性フォーマットやチャートに関連する用語の関係を示す図である。

まず、マークは、単一のドット、または隣接するドットの集合からなる、幾何特性フォーマットによってその配列（位置関係）が規定される互いに孤立した印である。このマークであることを示す際に、以下では、文字「M」を含む符号（例えば、M0-0，M0-1，…など）を適宜付している。

次に、幾何特性フォーマット（簡略化して述べるときには、「フォーマット」などともいう。）は、マークを記録、もしくは読み取る際の配列規則（位置関係を規定するための規約）である。記録フォーマットと読取フォーマットとは必ずしも同一ではなく、読取フォーマットは記録フォーマットの一部であることが多い。この幾何特性フォーマットであることを示す際に、以下では、文字「F」を含む符号（例えば、F0，F1，…など）を適宜付している。

チャートデータは、この幾何特性フォーマットに基づいて生成された画像データである。

テストチャートは、上記チャートデータに基づいて、記録装置により用紙やフ

17から出力されるチャートイメージに基づき各マークの中心位置を算出するマーク中心算出部12とこのマーク中心算出部12により算出されたマーク群の各中心位置と上記フォーマット記憶部9から読み出した幾何特性フォーマットとを比較することにより最も確からしい基準点および基準ベクトルを算出して幾何特性を解析するフィッティング部13とを含む解析手段たる解析部11と、この解析部11により解析された結果を表示するための表示部14と、を有して構成されている。

また、上記プリンタ6は、上記チャートデータ生成部10から出力されたチャートデータ（印字データ）を記憶するデータ記憶部15と、このデータ記憶部15からチャートデータを読み出して用紙やフィルムなどの記録媒体に記録（印字）することによりテストチャートを生成する印字部16と、を有して構成されている。

さらに、上記スキャナ7は、上記印字部16により印字媒体として生成されたテストチャートを撮像してイメージデータとしてチャートイメージを生成する撮像手段たる撮像部17を有して構成されている。

次に、図7は、上記印字部16の具体的な構成を示す図である。

上記印字部16は、ノズルをライン方向に周期的に配列したインクジェットヘッドを、該ノズルを配列する周期の半分だけ位相をずらして印字幅がほぼ重複するように2つ配置することにより、2倍の解像度を得るようにしたものとして構成されている。

すなわち、印字部16は、図7に示すように、例えば150DPIの解像度が得られるような間隔P0で複数のノズル22を配列した2つの記録手段たるインクジェットヘッド20、21を、図示のように半位相、つまり、300DPIの解像度に相当する間隔P1（ほぼ84.7 $\mu$ m）だけずらして固定することにより、ヘッドアセンブリが構成されている。

まずは、このような構成の印字部16の、インクジェットヘッド20、21同士に係る幾何特性を解析する例について説明する。ここに、解析対象となる幾何特性の例としては、局所的なヘッドの位置（グループ化されたノズルの位置）関係、搬送ベクトル、ノズル間ベクトル、さらに、それらの変化（相対位置ズレ、

このようなチャートデータに基づき印字されたテストチャートを撮像することによって得られるチャートイメージを解析するにあたり、異なる系であるヘッド20、21毎、また、ヘッド内でもさらに詳細に小領域毎の幾何特性を求める目的で、小領域に分割した部分チャート毎に幾何特性を求める。

具体的には、図8(A)に示すように、幾何特性フォーマットF0に基づいて記録されたドットを20ドットずつグルーピングして、グループG0-0、G0-1、G0-2、…とし、また、幾何特性フォーマットF1に基づいて記録されたドットを同様に、グループG1-0、G1-1、G1-2、…とする。そして、図8(B)および図8(C)に示すように、各グループを1つの部分チャートと見なすことにより、ヘッド20、21の各領域、すなわち、グループG0-0、G0-1、G0-2、…を各々含む領域R0-0、R0-1、R0-2、…と、グループG1-0、G1-1、G1-2、…を各々含む領域R1-0、R1-1、R1-2、…と、における幾何特性を解析する。

これにより、領域毎に各ヘッドの基準点や基準ベクトルを推定することができ、幾何特性をきめ細かに解析することが可能となる。

こうして、図8に示すようなチャートデータに基づいて記録媒体に記録され、それを撮像することにより得られるチャートイメージを用いることにより、スキュー(斜行)や搬送ムラ、蛇行、伸縮などの影響を極力排除することができ、局所的な領域で2つのヘッド20、21により記録されたマークを解析することが可能となる。

ここで、部分チャートの構成の仕方としては、共通の幾何特性を有していると思わせることを条件に種々の変形例が考えられる。

例えば、図8では長尺のヘッドを想定するとともに、ヘッド内でも歪みにより共通の幾何特性を有していない可能性があるとして、各領域、およびそれらの相対関係を解析するために一つのヘッドで記録できる領域をさらに小領域に分割して部分チャートを構成する例を示した。これに対して、ヘッド内では幾何特性は共通であると思なして、各ヘッドの幾何特性と、ヘッド同士の相対的な関係による幾何特性と、のみを解析することにして、各ヘッドで記録されるドットで2つの部分チャートを構成するようにしても良い。さらには、これらの2つのヘ

G 0を構成する2, 8のマークとG 1を構成する5, 1 1のマークとが、それぞれ存在している。

ここで、ラインL 1とラインL 2との間のピッチP 1と、ラインL 2とラインL 3との間のピッチP 2とは、本来は同じ幅になるはずであるが、記録媒体を搬送する際に搬送方向に送りムラが生じることがある。このときにはピッチP 1とピッチP 2とは等しくならず、各部分チャートから求められる幾何特性に影響を与えてしまう。このような場合でも、この例に示すような、搬送方向と直交するライン上に各部分チャートから同数のマークを記録するような幾何特性フォーマットを採用することにより、搬送ムラ等の影響が各々の部分チャートに同様に反映されるようになるために、相対的な関係を算出するときはこのムラの影響を容易に相殺することができる。

こうした各部分チャートの条件を同一にする手段は、記録媒体の搬送に対して有効に機能するに限るものではなく、例えば、ヘッドの搬送や、撮像時のラインセンサの搬送、といったような方向性をもった歪みに対しても同様に有効に機能する。

また、図1 1は、各部分チャートの記録領域を重複させないように設計した例を示す図である。

この図1 1に示すように設計することによって、より小さな領域（面積が小さい領域）で部分チャートを構成することができるために、歪みがあってもその影響を受け難く、各ヘッドの幾何特性について、より高精度な測定を行うことが可能となる。ただし、この場合には、ヘッド同士の相対的な関係の精度はある程度低下することが考えられる。

また、この図1 1に示す例では、一つの部分チャートが1 5個のマークを含んでなるマーク群により構成されているが、一般に、1つのマークに係る位置検出バラツキの標準偏差 $\sigma$ を $\sigma 1$ とすると、N個のマークを用いて検出した位置の検出バラツキの標準偏差 $\sigma N$ は、

【数式2 2】

$$\sigma N = \sigma 1 / \sqrt{N}$$

で表されるために、要求精度に合わせてマーク数Nを設計すれば良い。

とにより1つの第0ヘッドユニット25が構成されており、同様に、ヘッド20bとヘッド21bとを接合することにより第1ヘッドユニット26が構成されている。そして、この図15に示すように、ライン方向において、ヘッド20aとヘッド20bとが同位相で、かつヘッド21aとヘッド21bとが同位相となるように、記録媒体への記録を行うよう構成されている。

このような構成が適用される具体的な一例としてはカラー印刷が挙げられ、例えば、第0ヘッドユニット25が黒色を印刷するのに用いられるとともに、第1ヘッドユニット26がシアンを印刷するのに用いられる。通常は、これに図示しないマゼンタ、イエローの各ヘッドユニットが同様に位相を合わせて配置され、カラー印刷が可能となる。

このような複数のヘッドユニットを有する構成において、ヘッドユニット内に配置されたヘッド同士の間の距離に比べて、ヘッドユニット同士の間の距離が大きい場合には、異なるヘッドユニットのヘッドにより記録されたマーク同士に比べて、同一のヘッドユニットのヘッドにより記録されたマーク同士の方が、記録位置のバラツキに高い相関性があることがある。

図16は、同一のヘッドユニットのヘッド同士と、異なるヘッドユニットのヘッド同士との相対的な位置バラツキの様子を示す図である。ここに、図16(A)は、ヘッド20aのマークを基準としたときの記録位置のバラツキを示し、図16(B)はヘッド20bのマークを基準としたときの記録位置のバラツキを示している。この図16に示すように、同一のヘッドユニット内のヘッドで記録されたマーク間の相対位置バラツキは比較的小さいのに対して、異なるヘッドユニットのヘッドで記録されたマーク間の相対位置バラツキの方が大きくなることもある。

このような場合に、最も相対位置バラツキが大きい組み合わせを基準にして全てのマークの配置を決めると、マーク同士の間が空いてしまい、領域サイズを大きく取らなければならなくなってしまう。そこで、マーク同士が干渉し合わない範囲内で、より稠密にマークを配置するには、次のような点を考慮しながら行うようにすると良い。

図17は、上記図16に示した例において、相対的な位置バラツキがあるマー



ここでは、説明を簡単にするためにライン方向の干渉についてのみ考慮した説明をしてきたが、実際のシステムでは2次元的に記録位置がばらつくために、2次元的に近傍のドットと干渉し合わないようマークを配置する必要がある。

レーザプリンタのように各マークの相対記録位置バラツキの小さいものでは、平均マーク密度は $1/4$ （4マーク記録可能な面積に1マークを記録）程度、インクジェットプリンタのそれぞれ異なる色のヘッドで記録されるマークのように各マークの相対記録位置バラツキの大きいものでは、平均マーク密度は $1/50$ （50マーク記録可能な面積に1マークを記録）程度になるが、通常は、干渉の起こり易さ、精度、解析システムで扱うことができる画像サイズなどを考慮して、インクジェットプリンタにおいては、平均マーク密度が $1/10$ （10マーク記録可能な面積に1マークを記録）～ $1/20$ （20マーク記録可能な面積に1マークを記録）程度、特に好ましくは $1/16$ （16マーク記録可能な面積に1マークを記録）程度となるように設計すると良い。

また、記録されるチャートは同一であっても、読み出すときに、あるいは解析するときに、チャート上のマークを適宜グルーピングすることにより、部分チャートを構成することも可能である。図19は、複数の小チャートをグルーピングして部分チャートを構成する例を示す図である。

例えば、上記図12に示したようなチャートを細分化して、図19（A）に示すような小チャートR0-0～R2-2とみなすようにすることが考えられる。

具体的には、搬送ムラに関する幾何特性を解析する場合に、これらの小チャートを図19（B）に示すように横方向にグルーピングして、領域R0-0，R0-1，R0-2の領域群を1つの領域RH0とみなし、同様に、領域R1-0，R1-1，R1-2の領域群を1つの領域RH1、領域R2-0，R2-1，R2-2の領域群を1つの領域をRH2とみなして、これらの領域RH0，RH1，RH2の相対的な幾何特性の関係を調べれば良い。

また、ヘッドの変形に関する幾何特性や、ノズル配列方向に隣接するヘッド同士的位置関係を解析する場合には、上記小チャートを図19（B）に示すように縦方向（送り方向）にグルーピングして、領域R0-0，R1-0，R2-0の領域群を1つの領域RV0とみなし、同様に、領域R0-1，R1-1，R2-1の領域群を1

きの測定精度を高めるために、スキャナ 7 の撮像部 1 7 の撮像解像度を、印字部 1 6 の印字解像度（記録解像度）よりも高くなるように設定する。印字部 1 6 の印字解像度が上述したように 300DPI である場合には、スキャナ 7 の撮像部 1 7 の撮像解像度を、例えば、600DPI に設定して撮像を行う。もちろん、スキャナ 7 の撮像部 1 7 の撮像解像度は高い程良いが、必要に応じて解像度を適宜設定しても良い。

そして、スキャナ 7 は、こうしてテストチャートを撮像することにより得られたチャートイメージを、PC 5 に送る。

PC 5 は、スキャナ 7 から送られたチャートイメージの幾何特性解析を、上記解析部 1 1 により行う。

すなわち、解析部 1 1 は、まず、図 8 などに示したように、同一ヘッドの隣接するノズルにより印字されたドットを、G0-0，G1-0 のように所定数だけグループ化し、このグループを単位として、上記原理において詳細に説明したように、幾何特性フォーマットとのフィッティングを行い、基準点と基準ベクトルとを推定する。

具体的には、取り込んだチャートイメージに基づいて、撮像されたチャートの概略位置（例えば左上のドットと右下のドットの位置）を検出し、検出されたチャート範囲内を幾何特性フォーマットに基づいて分割することにより、各ドットのおおよその記録位置を算出する。

このとき、チャートイメージから対象とするドットを検出して概略の位置決めを行う代わりに、ドットとは別に構成された基準マーク（マーカ）を用いて概略の位置決めを行うようにしても構わない。図 20 はチャート上に基準マークを配置した例を示す図、図 21 は基準マークの位置に基づき各マークの概略の位置を算出する様子を示す図である。

この基準マークは、図 20 に示すように、チャート上にドットを縦横に連続して配置することにより、所定の矩形領域（例えば 7×8 ドット）として形成され、全体として連結された 1 つの基準マークとして機能するようになされたものであり、上記マークよりも大きな面積を有するように構成されている。そして、位置決めを行う際には、チャートからこれらの基準マークをまず検出して、検出さ

たものであっても良い。

また、マークは、例えば後述する図 3 6 に示すように、1 ～数ドットで構成されるために非常に小さく、記録媒体にチャートを記録しているときに印字不良が発生したとしても、一目でそれに気付くのは困難であることが少なくない。そこで、チャートに、図 2 3 に示すような一様なバー 5 0 を合わせて記録しておく和良好的。図 2 3 は、チャート上にバー 5 0 を配置した例を示す図である。このバー 5 0 は、該図 2 3 に示すように、チャート上にドットを連続して帯状になるように配置したものであり、該帯状の長手方向は、ライン方向（ノズルの配列方向）となるように構成されている。

このような構成により、記録媒体にチャートを印字しているときに印字不良が発生した場合には、このバー 5 0 の部分を見ることで、該印字不良を視覚的に容易に検知することができる。これにより、印字不良が発生したチャートを、幾何特性の解析に使用するのを防止することが可能となる。

そして、グループを構成しているドットのそれぞれに対して、算出された記録位置を中心に、図 2 4 に示すような重心を算出するためのマスクをかけ、このマスク内で重心の算出を行う。図 2 4 は、重心を算出する際にドットにかけるマスクを示す図である。

このマスクの大きさは、重心を算出する際に隣接するドットの影響を受けることのないような画素サイズに設定される。上述したように、印字解像度の 2 倍の撮像解像度でチャートイメージを取得する場合には、図 8 に示したようなあるドットの左右または上下に隣接するドットが 5 ドット分だけ離れているケースでは、チャートイメージ上では 1 0 画素分だけ離れていることになる。つまりドットの中心に位置する画素を中心として、左右方向に 2 0 画素、上下方向に 2 0 画素の範囲を超えるマスクをかけると、マスク内に他のドットの影響が現れてしまうことになる。そこで、ここでは例えば、 $13 \times 13$  画素程度のマスクを掛けるように設定する。

このマスクサイズと、設計するチャートの幾何特性フォーマットと、の間にも密接な関係があり、検出すべきマークの位置を正確に推定することができる場合には、図 2 5 に示すように、マスクを比較的小さく設定する（この図 2 5 に示

ここで、バックグラウンドレベル $Y_{bg}$ からの差を取るのは、マスク内におけるドット以外の部分となる周辺が0となるように正規化することで、マスク位置の中心がドットの中心からずれた場合に、算出される重心に影響が及ぶのを防ぐためである。

そして、マスク内でモーメントの総和を求めて、これをマスク内の総質量で除算することにより、次の数式24に示すように、重心 $C(C_i, C_j)$ を算出する。

【数式24】

$$C_i = \frac{\sum_{ij} iD_{ij}}{\sum_{ij} D_{ij}}, \quad C_j = \frac{\sum_{ij} jD_{ij}}{\sum_{ij} D_{ij}}$$

なお、印字したドットの着肉不良、にじみ、かすれ、ドット近傍の汚れ、などの影響を排除して推定精度を上げるために、重心の算出を行う前に、グループを構成するドットのプレスキャンを行うとさらに良い。このプレスキャンでは、上述したような重心群を算出する処理を一度行って、グループの基準点と2つの基準ベクトルとを算出し、その結果に基づいてマスク位置の補正を行うことにより、マスク中心位置をドット重心にほぼ正確に合わせておく。このプレスキャンにおいて、さらに、各ドットの平均質量 $\mu$ と標準偏差 $\sigma$ も予め求めておくことにより、例えば $\mu \pm 3\sigma$ を外れる質量を持つドットは不適ドットとして除外すると良い。このように構成することによって、良好な品質で印字されたドットのみを幾何特性解析に用いることができ、解析の精度を向上することが可能となる。

なお、ドットの位置を規定するための所定の位置は、上述したような重心に限るものではなく、幾何的な中心であっても構わないし、その他のドットの位置を規定し得る適宜の位置を用いることも可能である。ここに、幾何的な中心を求める手段としては、図27に示したような輝度レベル $Y_{ij}$ を、所定の閾値で2値化して、該所定の閾値以下となるようなドットパターンの幾何的な中心を求めるようにする手段が一例として考えられる。

こうして算出された重心群と、幾何特性フォーマットに基づいた記録位置群と、の誤差の2乗和を最小化するような基準点 $M$ と2つの基準ベクトルとを、フィッティング部13において、上記原理で説明したように求めることにより、幾何

ないが、記録媒体に燃れや撓みがあったり、ヘッド間の印字タイミングにずれがある場合には、生じることもある。)の解析

なお、2つのヘッド20, 21のずれ量は、例えば、次のように解析して求めることも可能である。

例えば、M(ハット)0-0を基準にして幾何特性フォーマットに基づいて推定されるM(ハット)1-0の位置P(ハット)1-0は、M(ハット)0-0 + 5U(ハット)0-0となる。従って、幾何特性フォーマットに基づくこの基準位置P(ハット)1-0と実際の基準位置M(ハット)1-0との差、

【数式25】

$$\hat{M}_{1-0} - \hat{P}_{1-0} = \hat{M}_{1-0} - (\hat{M}_{0-0} + 5\hat{U}_{0-0})$$

が、M(ハット)1-0の期待する位置からのずれ量となる。このずれ量は、ベクトルとして得られるが、このずれ量のベクトルのU(ハット)方向成分が、図7に示したように配列されたノズルの該配列方向のずれ方向やずれ量を表している。また、上記ずれ量のベクトルのV(ハット)方向成分が、ヘッド20のノズル22とヘッド21のノズル22との吐出位置のずれなどを表している。

もちろん、基準点の設定の仕方を変えたり、あるいはグループを構成するドットの組を変えることなどにより、このような計算を行うことなく、2つのヘッド20, 21のずれ量などを解析することも可能である。

ここでは、局所領域におけるグループG0-0とG0-1について説明したが、図30に示すように、このようなグループを異ならせたマーク群2Aを記録媒体上に複数設定して、それぞれの局所領域でグループ内のマーク群2Aの解析を行うとともに、異なるグループ同士のマーク群2Aの相対的な関係の解析を行うことにより、2つのヘッド20, 21による印字状態を包括的に解析することが可能となる。

図30は、グループを異ならせた複数のマーク群が形成されている記録媒体の様子を示す図、図31は複数のヘッドに関する解析結果として得られた基準位置および基準ベクトルの分布例をそれぞれ示す図である。

例えば、図30に示すようなグループを異ならせた複数のマーク群2Aを記録媒体1に印字することによりテストチャートを構成して、ヘッド20に関する解

システムの画像メモリに格納できるサイズとなることが望ましい。従って、画像メモリのサイズと、撮像装置の解像度と、記録装置の解像度と、に基づいて、幾何特性フォーマットのサイズを設計しておくことが好都合である。

図32は、このようなチャートデータの一変形例を示す図である。

この図32に示す例は、同一ライン上に、4ドット毎に同一のヘッドのノズルによりドットを印字し、記録媒体の搬送方向に5ライン毎にヘッドを交替させて、かつライン方向に1ドットずらすように印字を行うものである。

すなわち、ヘッド20による記録は、0ライン目におけるライン方向座標0, 4, 8, 12, …の位置、10ライン目におけるライン方向座標2, 6, 10, 14, …の位置、に行われ、その後の20ライン目は0ライン目と同じライン方向座標に行われる。

また、ヘッド21による記録は、5ライン目におけるライン方向座標1, 5, 9, 13, …の位置、15ライン目におけるライン方向座標3, 7, 11, 15, …の位置、に行われ、その後の25ライン目は5ライン目と同じライン方向座標に行われる。

なお、上述では、主にインクジェットプリンタの幾何特性を解析する例について説明したが、これに限らず、レーザプリンタなどの各種のプリンタや、さらにはフィルム等に光学的に記録する記録装置などの、各種の装置の幾何特性を解析するケースにも広く適用することが可能である。

このような第1の実施形態のテストチャートおよび幾何特性解析システムによれば、記録装置であるプリンタと、記録媒体である用紙等と、撮像装置であるスキャナと、の少なくとも1つに係る幾何的特性を、作業員の熟練等を要することなく、容易に高精度で解析することが可能となる。

図33から図36は本発明の第2の実施形態を示したものであり、図33はヘッドと撮像部との記録媒体搬送方向における位置関係を示す図である。この第2の実施形態において、上述の第1の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

上述した第1の実施形態は、プリンタとは別体のスキャナによりイメージデータを取得するようになっていたが、この第2の実施形態は、プリンタ内にイメー

み取ることができるようなライン長さのラインセンサにより構成されていて、上記印字部 16 を構成する何れのヘッド 30, 31, 32, 33 よりも記録媒体搬送方向の下流側に配設されている。

このような構成の幾何特性解析システムにおいて用いるチャートデータとしては、例えば、図 35 に示すようなタイプのものが望ましい一例である。図 35 はチャートデータの一例を示す図である。

この図 35 に示す例は、同一ライン上に、4 ドット毎に同一のヘッドのノズルによりドットを印字し、記録媒体の搬送方向に 4 ライン毎にヘッドを順次交替させて、かつライン方向に 1 ドットずらすように印字を行うものである。

すなわち、ヘッド 30 による記録は、0 ライン目におけるライン方向座標 0, 4, 8, 12, … の位置に行われ、その後の 16 ライン目は 0 ライン目と同じライン方向座標に行われる。

ヘッド 31 による記録は、4 ライン目におけるライン方向座標 1, 5, 9, 13, … の位置に行われ、その後の 20 ライン目は 4 ライン目と同じライン方向座標に行われる。

ヘッド 32 による記録は、8 ライン目におけるライン方向座標 2, 6, 10, 14, … の位置に行われ、その後の 24 ライン目は 8 ライン目と同じライン方向座標に行われる。

ヘッド 33 による記録は、12 ライン目におけるライン方向座標 3, 7, 11, 15, … の位置に行われ、その後の 28 ライン目は 12 ライン目と同じライン方向座標に行われる。

なお、この第 2 の実施形態や上述した第 1 の実施形態などにおいて、1 つのマークを 1 つのドットにより記録するに限るものではなく、例えば図 36 に示すように、複数ドットにより 1 つのマークを構成するようにしても良い。

図 36 は、1 つのマークを 1 以上のドットにより構成した各種の例を示す図である。

図 36 (A) は、上述したように、1 つのマークを 1 つのドットにより構成するタイプを示している。

図 36 (B) は、1 つのマークをライン方向に配列した 2 つのドットにより構

達する。このときに、該テストチャートのラインが該撮像部 17 により撮像されて、チャートイメージとして P C 3 5 へ出力される。

P C 3 5 は、解析部 11 のマーク中心算出部 12 により、入力されたチャートイメージに基づき、各ヘッド 30, 31, 32, 33 で印字された 10 個のマークからなる 4 つのグループ G0-0、G1-0、G2-0、G3-0 毎に、各マーク中心を検出して幾何特性解析を行うが、その後の作用は上述した第 1 の実施形態と同様である。

なお、本実施形態においては、フォーマット記憶部 9 を P C 3 5 内に設けて、チャートデータ記憶部 37 をプリンタ 36 内に設けるようにしたが、上述した第 1 の実施形態の図 6 に示したように構成しても構わないことは勿論である。

このような第 2 の実施形態によれば、上述した第 1 の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、プリンタ内に撮像部を設けたために、プリンタと別体でスキャナを用意する必要がなく、記録媒体をセットし直す手間などが不要となる。さらに、プリンタの記録媒体を搬送するための搬送系を印字と撮像とに共用することができるために、印字したテストチャートと撮像したチャートイメージの位置関係を安定化させることができ、かつコストを削減することが可能となる。

さらに、1 つのマークを隣接する複数のドットにより構成した場合には、撮像部の解像度が比較的低くても、マークを安定して検出することが可能となる。そして、マークの面積が大きくなるために、ドットの変形や汚れ、かすれ等のノイズに対する耐性が高まり、幾何特性解析が容易になる。

図 37 は本発明の第 3 の実施形態を示したものであり、記録媒体 1 に記録されているグループ毎にマーク形状を異ならせたテストチャートの一例を示す図である。この第 3 の実施形態において、上述の第 1, 第 2 の実施形態と同様である部分については説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

上述した第 1 の実施形態では、チャートイメージ上のドットが 2 つのヘッドのどちらで印字されたものかを判断するために、チャートイメージの中から代表点（例えば左上ドットと右下ドット）を検出していた。このような手段を用いると、印字不良によってこの代表点を検出することができない場合に、幾何特性解析を行うことができなくなる可能性がある。



、主として、記録装置の幾何特性解析に用いるシステムとして説明してきたが、もちろん、これに限定されるものではない。

例えば、フィルムや印画紙へレーザーによる焼き付け等を行うことによりテストチャートを作成する場合には、記録装置の幾何特性と記録媒体の幾何特性は、ほとんど影響のないレベルであると見なすことができる。従って、このようなケースでは、この幾何特性解析システムは、主として、撮像装置の幾何特性を解析するためのものとして利用することが可能である。このような解析に用いる幾何特性解析システムの構成は、例えば図6におけるPC5のチャートデータ生成部10やプリンタ6が不要となる。

このように構成されたテストチャートを、ラインセンサでなる撮像部17を含むスキャナ7で撮像して、PC5の解析部11で解析を行ったときに、例えば、上記図31(A)に示したような解析結果が得られたとすると、この場合には、スキャナ7のラインセンサが下に凸に歪曲していて、ラインセンサの移動速度にムラがあると判断することができる。

あるいは、記録装置と撮像装置との幾何特性が高精度に設定されたものである場合に、読み取ったチャートイメージの幾何特性が歪んでいるときには、それは記録媒体の伸びや変形に起因すると判断することができる。

このようにして、幾何特性解析システムは、記録装置と記録媒体と撮像装置との何れか1つ、またはこれらの2以上の任意の組み合わせに係る幾何的特性を解析するために用いることが可能である。

ここで、撮像装置の幾何特性を予め同定しておくことにより、記録装置の幾何特性を解析する方法について説明する。

幾何特性解析システムは、幾何特性フォーマットに基づいて生成されたチャートデータに基づきテストチャートを記録媒体に記録する記録装置と、この記録装置により記録されたテストチャートを撮像してチャートイメージを取得する撮像装置と、この撮像装置により取得されたチャートイメージに基づいて幾何特性の解析を行う解析装置と、を有する構成となっている。

このような構成において、解析装置により解析されるチャートイメージにおける独立な基準ベクトルの組みで構成される $2 \times 2$ の行列P3は、幾何特性フォー

れるチャートイメージにおける独立な基準ベクトルの組みで構成される  $2 \times 2$  の行列  $P_3$  は、上記行列  $P_1$  を用いて、次の数式 28 に示すように表現される。

【数式 28】

$$P_3 = T_3 \cdot T_2 \cdot P_1$$

この行列式は、4つのパラメータを含んでおり、4つの数式を組み合わせる連立式であるために、これら4つのパラメータの値を決定することができる。従って、このときの幾何特性  $T_2$ 、 $T_3$  を求めることができる。

求めた幾何特性の内の、幾何特性  $T_2$  は、撮像装置に対する記録媒体の配置によって変化し、つまり解析の度毎に異なるが、他方の幾何特性  $T_3$  は撮像装置に固有のものであるために一定となる。従って、幾何特性  $T_3$  は、ここで求めたものを用いることができ、該幾何特性  $T_3$  が3つのパラメータを含んでいるために、上記7つのパラメータの内の3つが既知となって、4つのパラメータのみを含む4連立方程式となり、解くことが可能となる。

すなわち、求めた幾何特性  $T_3$  の逆変換行列  $T_3^{-1}$  (ここに、記号<sup>-1</sup>は、逆行列であることを示している。) を算出して、幾何特性  $P_3$  に作用させることにより、上記行列  $P$  に、記録装置の幾何特性  $T_1$  と、撮像装置に対する記録媒体の物理的配置による幾何特性  $T_2$  と、を作用させた段階の独立な基準ベクトルの組みで構成される行列  $P_2$  を得ることができる。

【数式 29】

$$\begin{aligned} P_2 &= T_3^{-1} \cdot P_3 \\ &= T_3^{-1} \cdot T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 \cdot P = T_2 \cdot T_1 \cdot P \end{aligned}$$

この数式 29 は、上述したように、パラメータを4つ含む4連立方程式であるために、未知数である各パラメータを決定することができ、解析を行いたい対象である記録装置の幾何特性  $T_1$  を求めることができる。

このように、記録装置の幾何特性  $T_1$  を求めるに先だって、基準チャートを撮像することにより、撮像装置の幾何特性  $T_3$  を予め解析しておくことで、記録装置の幾何特性  $T_1$  や、撮像装置に対する記録媒体の物理的配置による幾何特性  $T_2$  を、高精度に測定することが可能となる。

図 38 は本発明の第 4 の実施形態を示したものであり、幾何特性解析システム

ータ生成記憶部 37 に記憶しておくことにより、各ヘッド 30, 31, 32, 33 に適した解析を行うことが可能となる。

このような構成においては、上述した第 1 から第 4 の実施形態とは異なり、チャートデータを PC で生成するわけではないために、PC の解析部により解析を行う際に、イメージデータとともに、該チャートデータ生成記憶部 37 に記憶されている幾何特性フォーマットが上記解析部に送られることになる。

あるいは、PC 側において予め複数の幾何特性フォーマットを記憶しておき、何れの幾何特性フォーマットに基づき生成されたチャートデータを用いているかを判別して、その判別結果に基づき PC 自体が記憶している幾何特性フォーマットを選択して解析部で用いるようにしても構わない。この場合には、チャートデータ生成記憶部 37 は、幾何特性フォーマットを記憶している必要はなく、単にどの幾何特性フォーマットに基づくチャートデータを記憶しているかを判別可能な情報を記憶していればよい。

一般に、ヘッドの交換は、各ヘッド単位で行われるが、この交換時にはチャートデータ記憶部 37 も一括して交換されることになるために、新たなヘッドを装着したときにも、そのヘッドに最適なチャートデータが記憶されていることになる。

このような第 4 の実施形態によれば、上述した第 1 から第 3 の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、搬送ベルト自体を記録媒体として幾何特性を解析するためのマークを形成しテストチャートとすることにより、その他の用紙等の記録媒体にテストチャートを印字しなくても、搬送ベルトの搬送ムラ、スキュー、蛇行などを検出することが可能となる。

さらに、マークを吸引孔と兼ねることにより、印字の精度を向上することも可能となる。

また、ヘッドのそれぞれにチャートデータ生成記憶部を設けることにより、ヘッドの交換作業を完了したときのテストを、正確かつ容易に行うことが可能となる。

図 39 から図 49 は本発明の第 5 の実施形態を示したものであり、図 39 は、幾何特性解析システムを、KCMY の 4 色を印字することができる記録装置へ適

ヘッドユニットK 5はヘッドK5-0 とヘッドK5-1 とを接合して、それぞれ構成されている。

また、シアンの大ヘッドユニットCUも、黒の大ヘッドユニットKUと同様に構成されている。

さらに、これら大ヘッドユニット同士の間は、各々の印字領域がほぼ重複するように、つまりライン方向位置がほぼ同じとなるようにしながら、搬送方向にずれた位置に配置されている。

大ヘッドユニット内におけるヘッドユニットやヘッドの配置、あるいは大ヘッドユニット同士の位置関係は、他の色の大ヘッドユニットに関しても上述と同様である。

このような記録装置では、該記録装置を構成している各ヘッドの幾何特性（それぞれの位置やスキュー角）を精密に測定して、それぞれの位置関係を正しく調整すれば、より高精細な記録を行うことが可能となる。そこで、高精細な記録を行うための調整方法や調整に用いるチャートについて説明する。

図4 1は、ヘッドユニットK 0, C 0による部分チャートのモデルを示す図である。

ここでは、各ヘッドユニットK 0, C 0を構成している各ヘッドK0-0, K0-1, C0-0, C0-1 によってそれぞれ印字されるマークKM0-0, KM0-1, CM0-0, CM0-1 が、同一ライン上に同数だけ存在し、かつそれぞれが構成する部分チャートがほぼ同一の領域に配置されるように、幾何特性フォーマットが設計されている。

これは、上述したように、各ヘッドの位置関係をより高精度に検出するための配置となっているが、図示のモデルはその簡単な一例を示したものであり、実際には、マーク検出時に干渉を起こさないように、そして求める幾何特性の要求精度や解析装置の仕様などに応じて、マークの配置や数が適切となるように設計する。

ここで、ヘッドユニット内の2つのヘッドの幾何特性については既に上述してきたために、説明を簡単にすべく、ヘッドユニットが一つのヘッドであると見なして以下の説明を行う。つまり、例えばヘッドK0-0, K0-1 については、ヘ

チャートの概形をKR1で示し、ヘッドユニットC1で印字される部分チャートの概形をCR1で示している。

図44は、上記図43に示したような幾何特性フォーマットで構成されたチャートデータを実際に印字して得られるテストチャートを示す図である。この図44においては、簡略化を図るために、テストチャートの概形のみを表示している。

図示のように、部分チャートKR0、KR1は矩形の領域内に配置されているのに対して、部分チャートCR0、CR1は楕形になるように配置されていて、該部分チャートCR0、CR1は、ノズル配列方向に隣接するヘッドユニットの部分チャートと互い違いにかみ合うように設計されている。

こうして得られたチャートからは、各部分チャートから得られる幾何特性はもちろんのこと、部分チャートKR0における幾何特性と部分チャートCR0における幾何特性とに基づいて、ヘッドユニットK0とヘッドユニットC0との色間の相対関係を求めたり、CR0における幾何特性とCR1における幾何特性とに基づいて、ヘッドユニットC0とヘッドユニットC1の隣接ヘッド間の相対関係を求めたりすることができる。

また、他のヘッドユニットについても同様であり、図45は、ノズル配列方向に隣接するヘッドユニットの部分チャートを互い違いにかみ合うようにしたテストチャートの全体を示す図である。

ここで、KRn' (nは0～5)は、上述したようなCRnにおけるシアンのマークを黒に置き換えた部分チャートの概形を示しており、同様に、MRnはマゼンタに、YRnはイエローに、それぞれ置き換えたものの概形を示している。なお、この図45に示す例では、印字不良を発見するためのバー50も印字されるようになっている。

ここでは、基準ヘッドとして黒(K)のヘッドを選択し、それに対して各ヘッドの位置関係を精密に測定することができるように、各部分チャートの領域は、必ず黒(K)の領域と重複するように、かつ各色個別に構成されている。

このような構成を採用することにより、全色のマークを互いに干渉することなくほぼ共通の領域に納める場合に比して、部分チャートの面積を小さく設計する

上述したように得られた各ヘッドの幾何特性に基づいて、それらが所望の特性を示すように、各ヘッドを調整する。

例えば、あるヘッドにおいて、位置ずれが左に  $150\text{ }\mu\text{m}$  で、スキューが時計回りに  $0.03^\circ$  であると検出された場合には、そのヘッドを、右に  $150\text{ }\mu\text{m}$  移動させて、かつ反時計回りに  $0.03^\circ$  回転させれば良い。このための調整機構としては、例えば図46、図47に示すようなものが挙げられる。図46は、ヘッドの幾何調整機構の一例を示す平面図、図47は、ヘッドの幾何調整機構の構成を示す一部断面を含む側面図である。

図46に示すように、ヘッド61はヘッド台座62に固定されており、このヘッド台座62は幾何調整機構を介してプリンタ本体と位置決めされている。上記幾何調整機構は、この図46に示すように、水平方向の位置調整を行うための水平位置調整機構と、スキュー角を調整するためのスキュー角調整機構と、を有して構成されている。

図47を参照して、スキュー角調整機構の構造について説明する。

螺合部材64は、周面がテーパ面として形成されており、スキュー角調整ねじ63に螺合されている。また、ヘッド台座62の一端部62aには、斜面62cが形成されており、板ばね65によって上記螺合部材64に向けて付勢されている。これにより、ヘッド台座62の一端部62aの斜面は、上記螺合部材64のテーパ面に当接されるようになっている。

調整を行う際には、上記スキュー角調整ねじ63を回転させると、螺合部材64が上下に移動する。これに伴って、螺合部材64のテーパ面に沿って、ヘッド台座62の一端部62aが図47における左右方向に移動される。このとき、上述したように板ばね65が設けられているために、スキュー角調整ねじ63を締めるときと緩めるときとの何れにおいても、ヘッド台座62の一端部62aと螺合部材64のテーパ面との当接状態が維持されるようになっている。

また、水平位置調整機構についても、同様に構成されていて、テーパ面が形成された螺合部材67を、水平位置調整ねじ66を回動させることにより上下に移動し、ヘッド台座62の他端部62bに形成された斜面と当接させて、該ヘッド台座62を図46の左右方向に移動させる。このとき、ヘッド台座62の一端部

$$X1 = P \cos \theta - d \sin \theta$$

$$X2 = P \cos \theta + d \sin \theta$$

すると、スキューがない本来の場合には、図49 (A) に示すように、ドットピッチPで整然と配列されるはずのドットが、スキューが生じたことにより、図49 (B) に示すように粗密を生じてしまう。図49は、2つのヘッドをノズルの配列ピッチの半位相だけずらして接合し構成されたヘッドユニットにより、印字を行ったときの、スキュー角があるときとないときの様子を比較して示す図である。この図49 (B) に示すような状態で例えばベタを印刷すると、該ベタの濃度が淡くなって観察されることになる。従って、ヘッドの濃度調整は、スキュー角の調整を行った後に、行うのが望ましい。

さらに、濃度調整を行うためにヘッドに印加する電圧を調整すると、記録媒体上に印字されるタイミングが変化することがある。このために、タイミングを調整するのは、濃度調整の後であるのが望ましい。なお、濃度調整用のバーを印字するのにタイミング調整が必要になることも考えられるために、この場合にはもちろん、濃度調整前と濃度調整後との両方にタイミング調整を行うようにしても構わない。

このような第5の実施形態によれば、まず、重視すべき幾何特性を有するヘッドを基準ヘッドとして設定し、この基準ヘッドによる部分チャートと、該基準ヘッドによる部分チャートとほぼ共通の領域にある各ヘッドの部分チャートと、を用いて、基準ヘッドの幾何特性との相対関係に基づき各ヘッドの幾何特性を測定することができる。

また、基準となるヘッドの幾何特性は、チャート全域に渡って解析することにより、精密に測定することができる。

このときに、ベクトル方向が搬送方向となっていてベクトルの大きさがドットピッチに等しいベクトルを基準にすれば、測定を安定して行うことが可能となる。そして、解析された各ヘッドの幾何特性に基づいて、各ヘッドの幾何特性が所望の特性になるように調整することにより、印字品質を高めることが可能となる。さらに、このときの調整手順としては、まずスキュー角を調整し、その後に濃度調整を行い、最後にタイミング調整を行うのが望ましい。このような手順に沿

## 請 求 の 範 囲

1. 記録装置と記録媒体と撮像装置との内の少なくとも1つに係る幾何特性を解析するために用いられるテストチャートであって、

記録面を有する記録媒体と、

この記録媒体の記録面上に、所定の幾何特性フォーマットに基づいて、マークにおける所定の位置を画像处理的に測定可能となるような形状で、かつ、一のマークと他のマークとを画像处理的に分別可能となるような間隔で配列して記録された複数のマークと、

を具備したことを特徴とするテストチャート。

2. 上記所定の幾何特性フォーマットは、解析する幾何特性に応じて設計されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

3. 上記所定の幾何特性フォーマットにより規定されるマークの数は、マークの記録位置精度と、解析する幾何特性の要求精度と、に基づいて決定されるものであることを特徴とする請求の範囲第2項に記載のテストチャート。

4. 上記所定の幾何特性フォーマットは、上記マークの記録位置精度に方向依存性がある場合には、記録位置精度の低い方向により多くのマークを配置するように、設計されたものであることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のテストチャート。

5. 上記所定の幾何特性フォーマットは、上記複数のマークを、上記記録面上の少なくとも一方向において等間隔に配列させるものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

6. 上記所定の幾何特性フォーマットは、上記記録面上の少なくとも一方向において、同数のマークをそれぞれ配置させるものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

7. 上記マークは、単一のドット、または、全体として所定の形状をなすように隣接して配列された複数のドット、により構成されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

8. 当該テストチャートは、複数の部分チャートを含んで構成されており、こ



記録、乃至20マーク記録可能な面積に1マークの記録がそれぞれ行われる密度であることを特徴とする請求の範囲第15項に記載のテストチャート。

18. 上記マーク同士の干渉の生じ易さに方向依存性がある場合には、該干渉を最も生じ易い方向におけるマーク同士の間隔よりも、該一方向に直交する他方向のマーク同士の間隔が狭くなるように、上記複数のマークが配列されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

19. 上記複数のマークは、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るような、少なくとも2種類の幾何特性フォーマットに基づいて記録されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

20. 上記幾何特性フォーマットは、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るよう設計されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

21. 当該テストチャートは、上記マークを検出するためのものであって、該マークとは異なる態様で記録された基準マーク、をさらに含むものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

22. 同一直線上にない少なくとも3つの上記基準マークが設けられていることを特徴とする請求の範囲第21項に記載のテストチャート。

23. 当該テストチャートは、上記複数のマークを記録するための記録手段に係る不良を検出するための、複数のドットを帯状に一樣に記録してなるバー、を含むものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のテストチャート。

24. 請求の範囲第1項に記載のテストチャートを用いて、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何特性を解析するための幾何特性解析システムであって、

上記幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶手段と、

上記テストチャートを光学的に読み取ってチャートイメージを生成する撮像手段と、

この撮像手段により生成したチャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置と、上記フォーマット記憶手段に記憶されている幾何特

部分チャートに区分して、区分された各部分チャート毎に、上記基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定するものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

32. 上記複数の記録手段は、記録手段毎に異なる態様のマークを記録するように構成されており、

上記解析手段は、上記マークの態様に基づいてグループ化を行い、グループ毎に部分チャートを構成するものであることを特徴とする請求の範囲第 31 項に記載の幾何特性解析システム。

33. 上記解析手段による解析結果に応じて、上記幾何特性フォーマットを再構成して、上記記録手段により上記記録媒体の記録面への記録を行うものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

34. 上記解析手段による解析結果に応じて、上記記録手段の幾何特性を調整するものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

35. 上記記録手段の幾何特性の調整は、スキュー調整、濃度調整、タイミング調整の順で行われるものであることを特徴とする請求の範囲第 34 項に記載の幾何特性解析システム。

36. 上記記録媒体を上記記録手段に対して相対的に搬送するための搬送手段をさらに具備し、

上記撮像手段は、上記搬送手段による搬送方向における上記記録手段の下流側に配置され、該記録手段が上記複数のマークを記録することにより構成されたテストチャートを光学的に読み取るためのラインセンサを有して構成されたものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

37. 上記記録手段は、インクを吐出することにより上記記録媒体上に上記複数のマークを記録し得るインクジェットヘッドを含んで構成されたものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

38. 上記撮像手段は、撮像解像度が、上記記録手段の記録解像度よりも高くなるように構成されたものであることを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の幾何特性解析システム。

上記基準チャートが記録された記録精度は、この記録手段の記録精度よりも高いことを特徴とする請求の範囲第44項に記載の幾何特性解析システム。

46. 請求の範囲第30項に記載の幾何特性解析システムを適用して構成されたことを特徴とするプリンタ。

47. 請求の範囲第37項に記載の幾何特性解析システムを適用して構成されたことを特徴とするインクジェットプリンタ。

48. 請求の範囲第1項に記載のテストチャートを用いて、記録装置と記録媒体と撮像装置との少なくとも1つに係る幾何特性を解析するための幾何特性解析方法であって、

上記幾何特性フォーマットを記憶するフォーマット記憶ステップと、

上記テストチャートを光学的に読み取ってチャートイメージを生成する撮像ステップと、

この撮像ステップにより生成したチャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置と、上記フォーマット記憶ステップにおいて記憶された幾何特性フォーマットに基づいた該複数のマークの各々に係る上記所定の位置と、の誤差が最小となるように、上記チャートイメージにおける上記複数のマークの各々に係る上記所定の位置を規定するための基準点と基準ベクトルとの少なくとも一方を決定する解析ステップと、

を含むことを特徴とする幾何特性解析方法。

49. 上記複数のマークは、幾何特性解析を行う際に生じる可能性のあるマーク同士の干渉を予め回避し得るような、少なくとも2種類の幾何特性フォーマットに基づいて記録されたものであることを特徴とする請求の範囲第48項に記載のテストチャート。

50. 上記解析ステップは、上記テストチャートを複数の部分チャートに区分して、一の部分チャートの幾何特性を、基準とする他の部分チャートの幾何特性と相対的に比較することにより、幾何特性の解析を行うステップであることを特徴とする請求の範囲第48項に記載の幾何特性解析方法。

51. 上記複数のマークを上記記録媒体の記録面に少なくとも1つの記録手段を用いて記録する記録ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第48

図 1

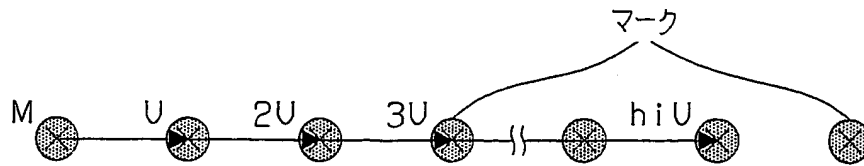


図 2

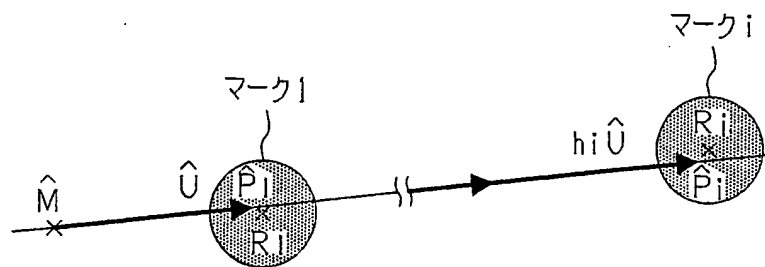


図 3

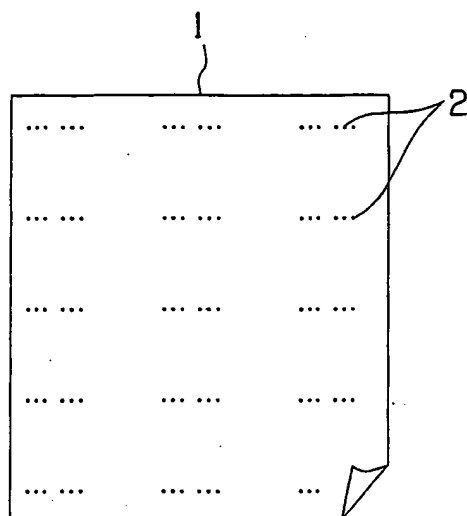


図 4

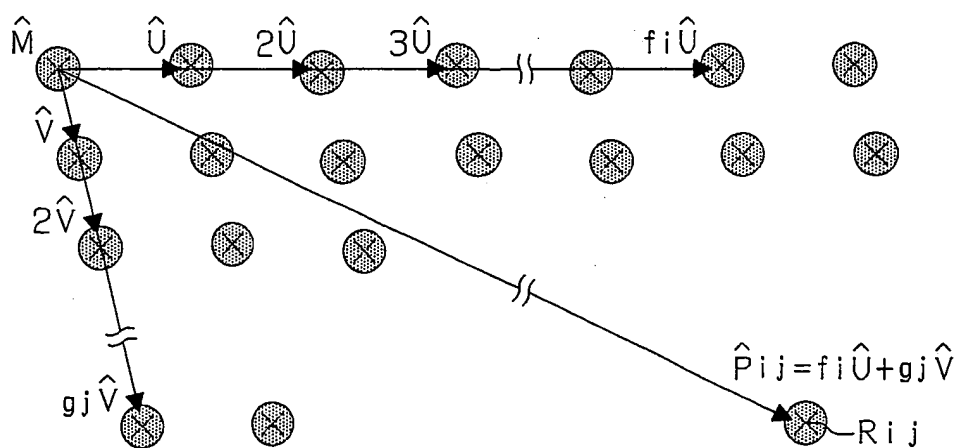


図5

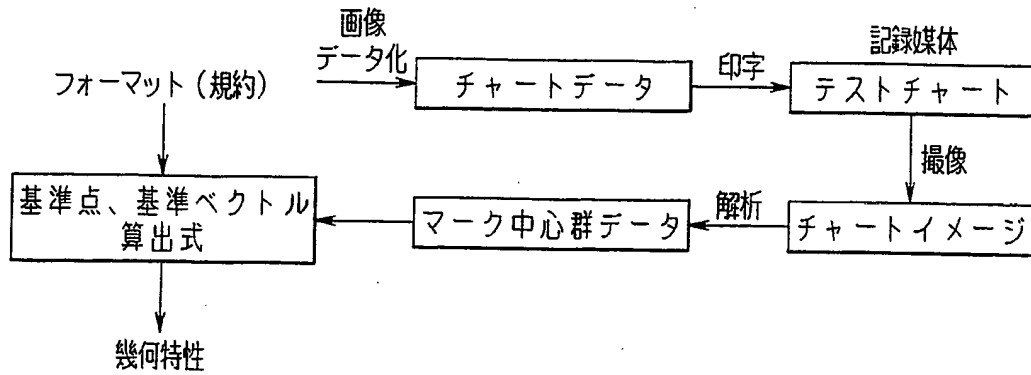


図6

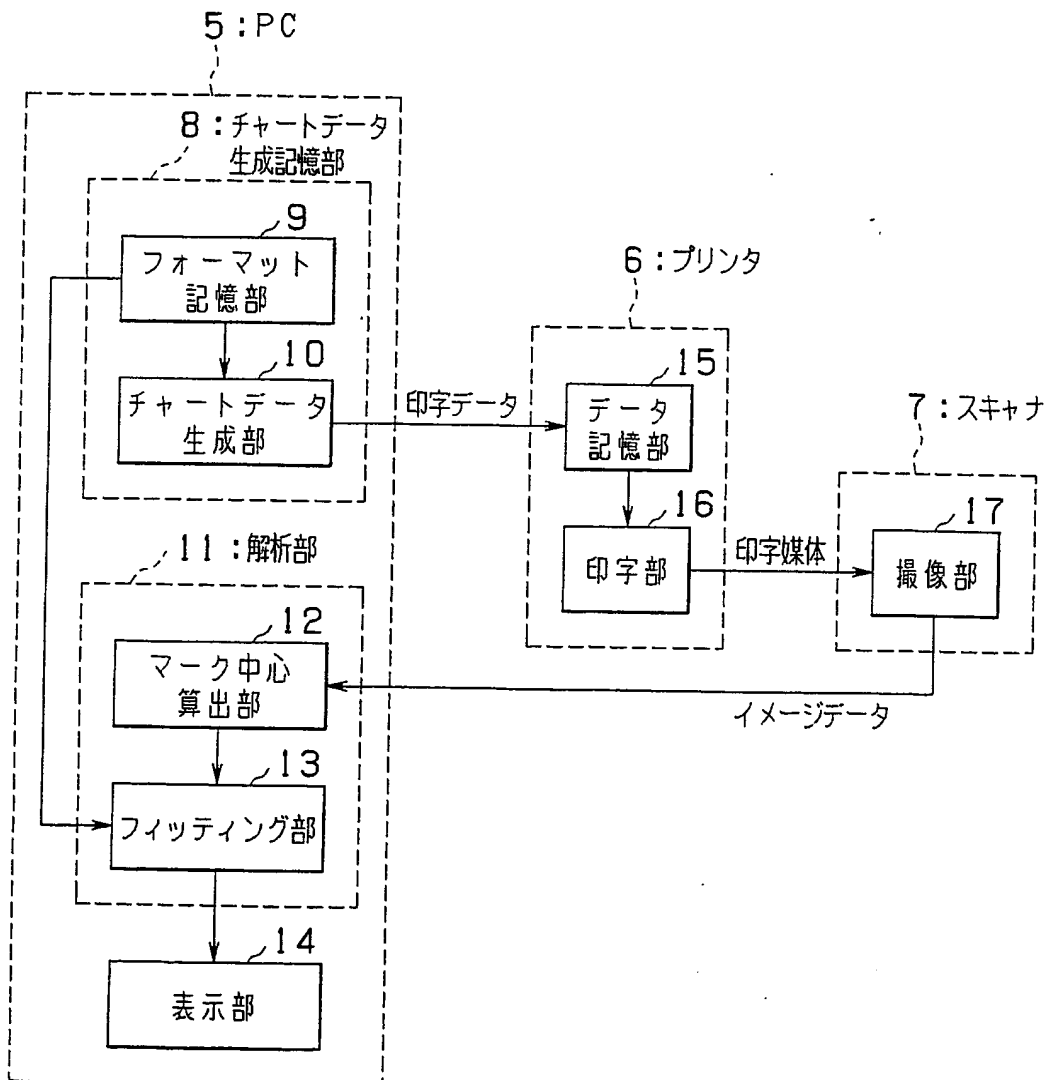


図 7

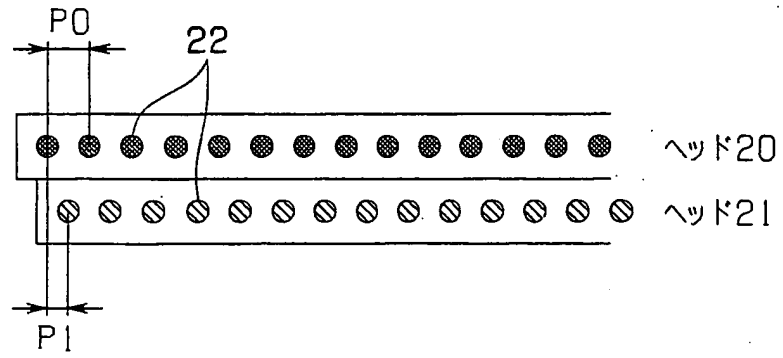


図8

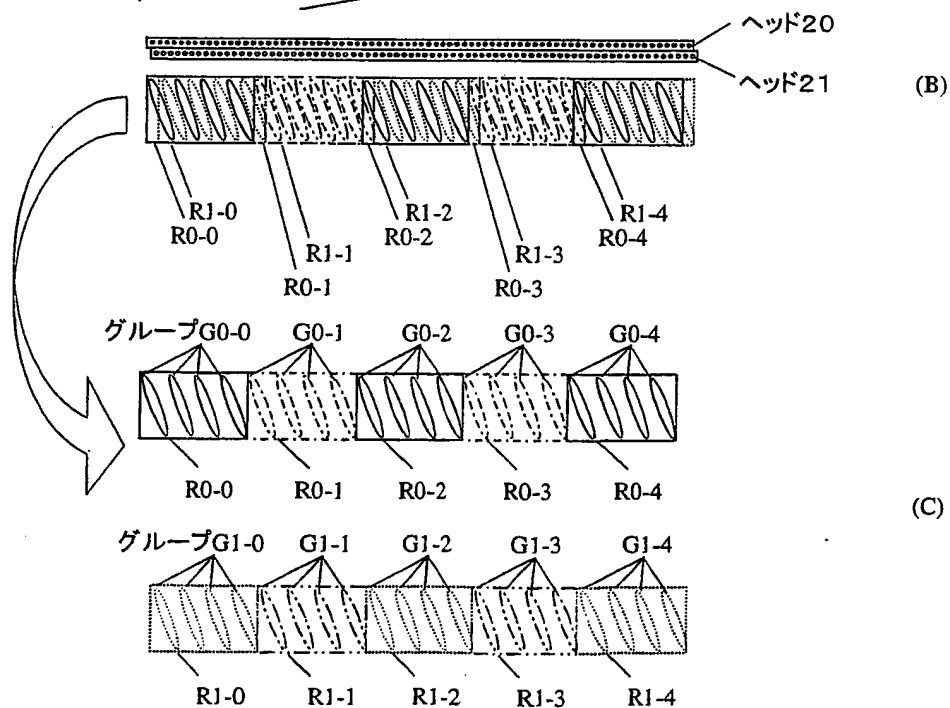
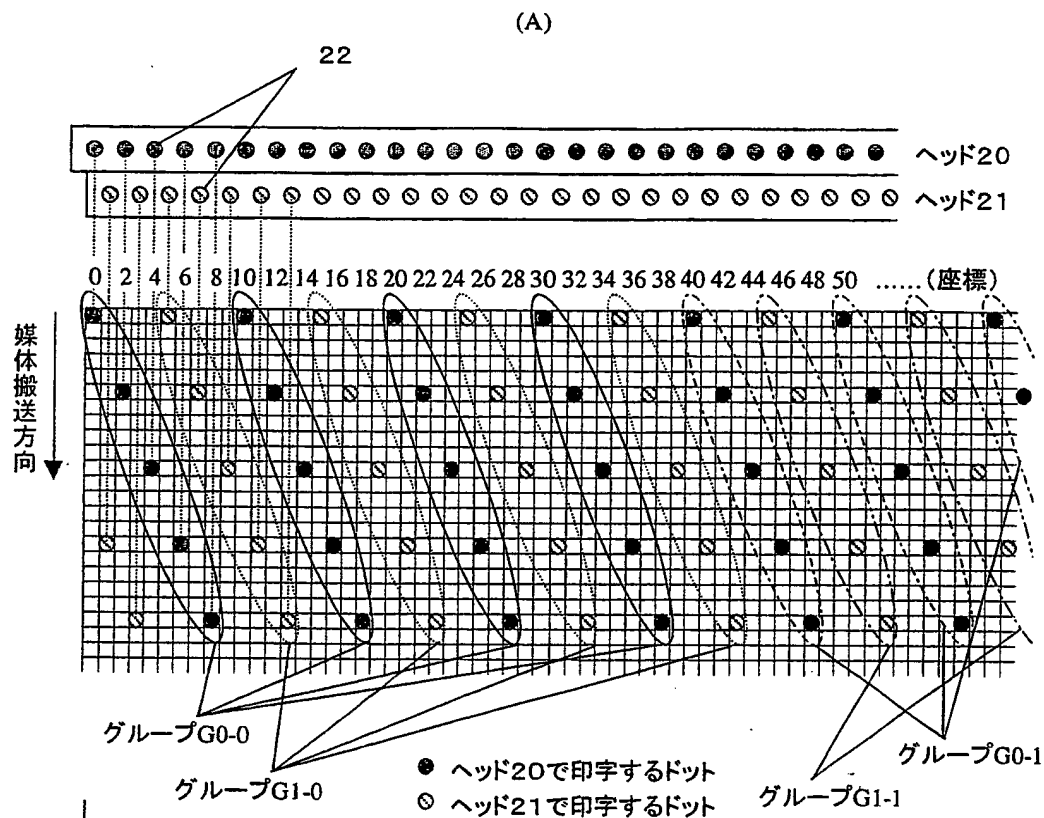




図9

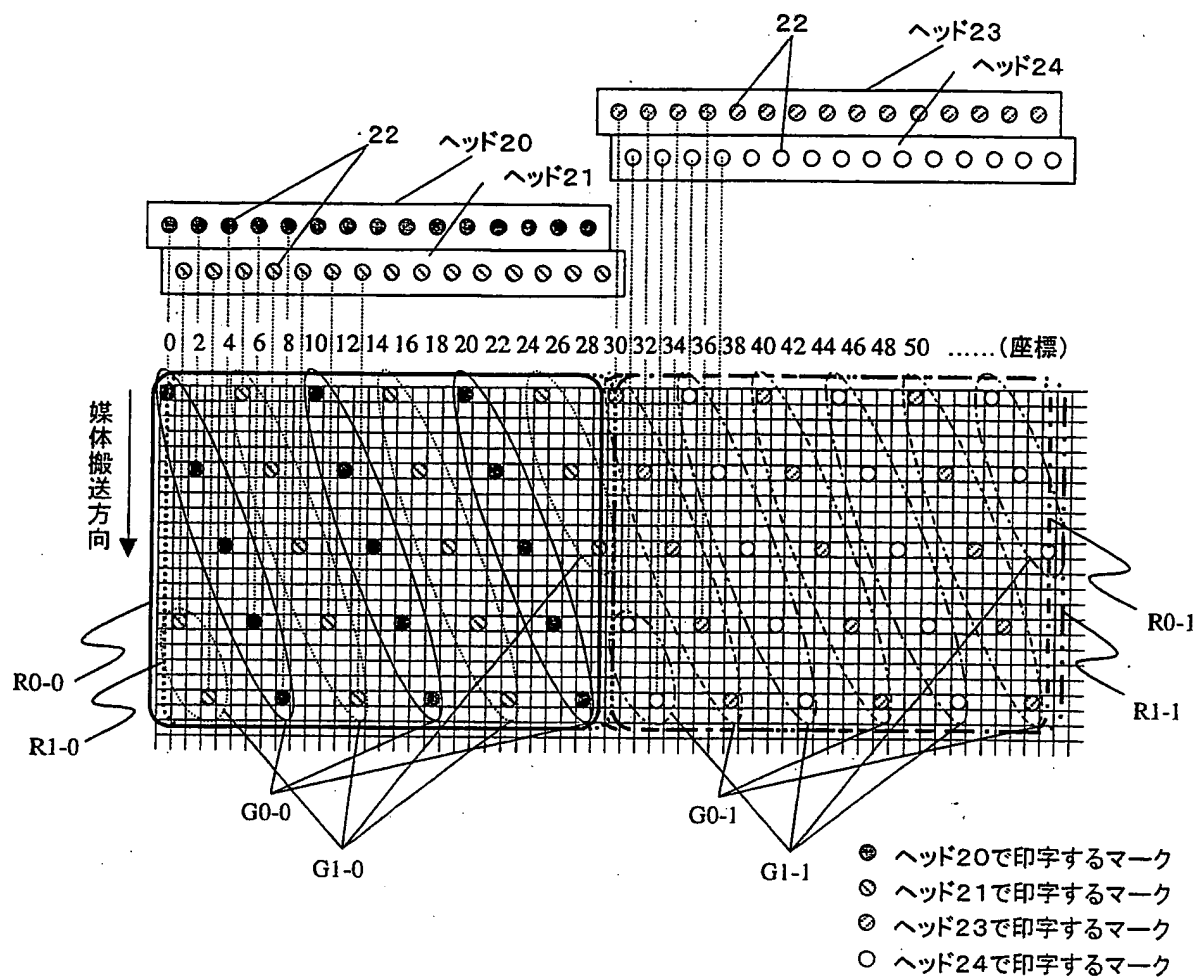


図10

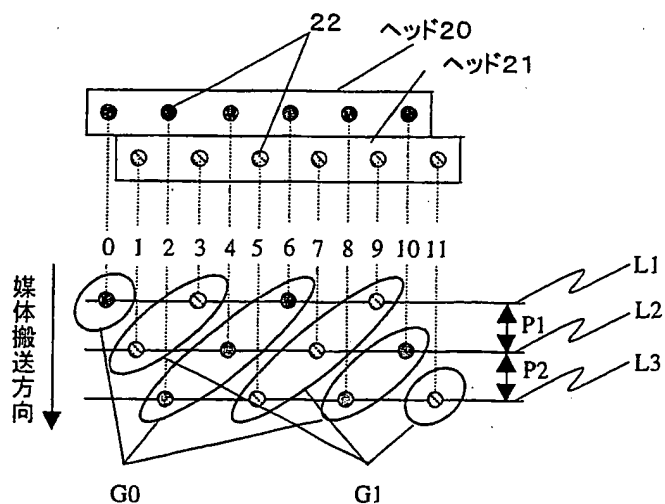


図11

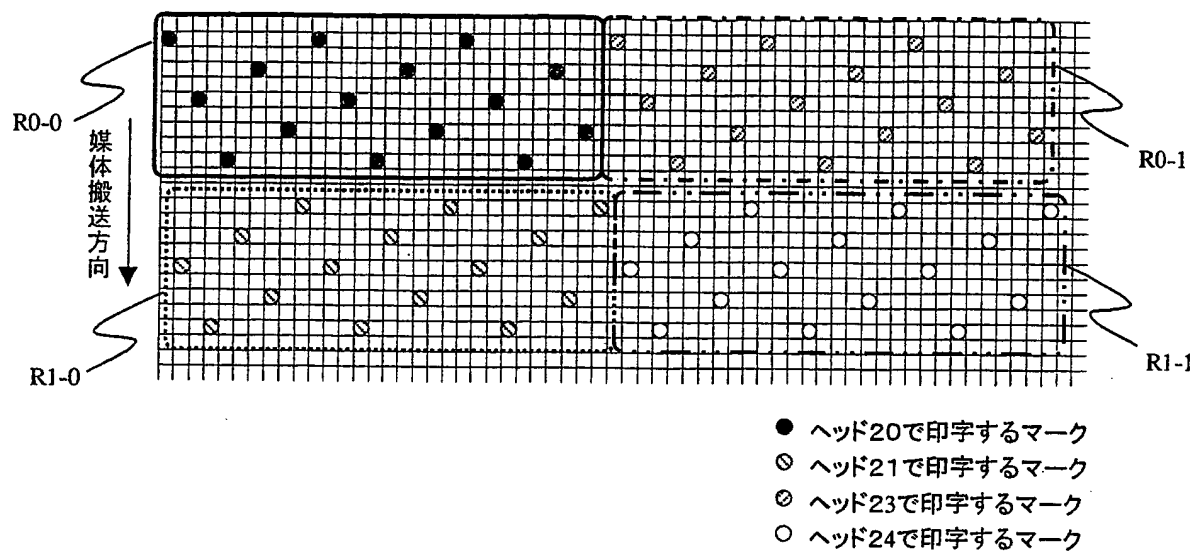


図12

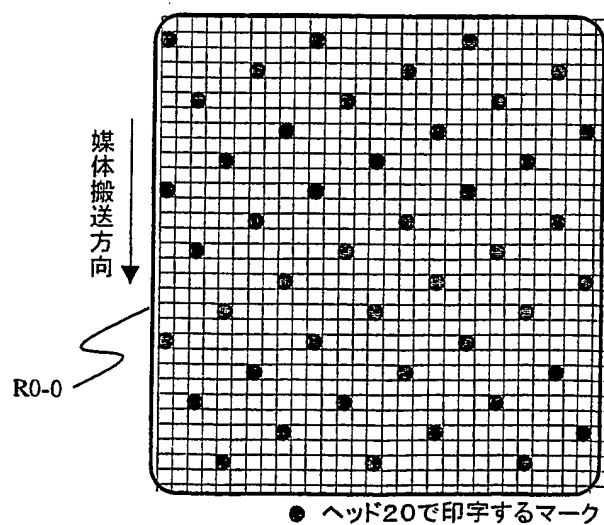


図13

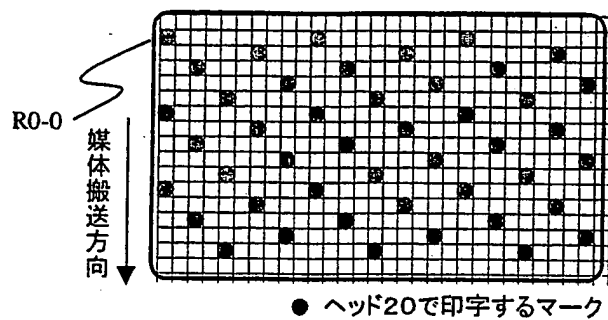


図14

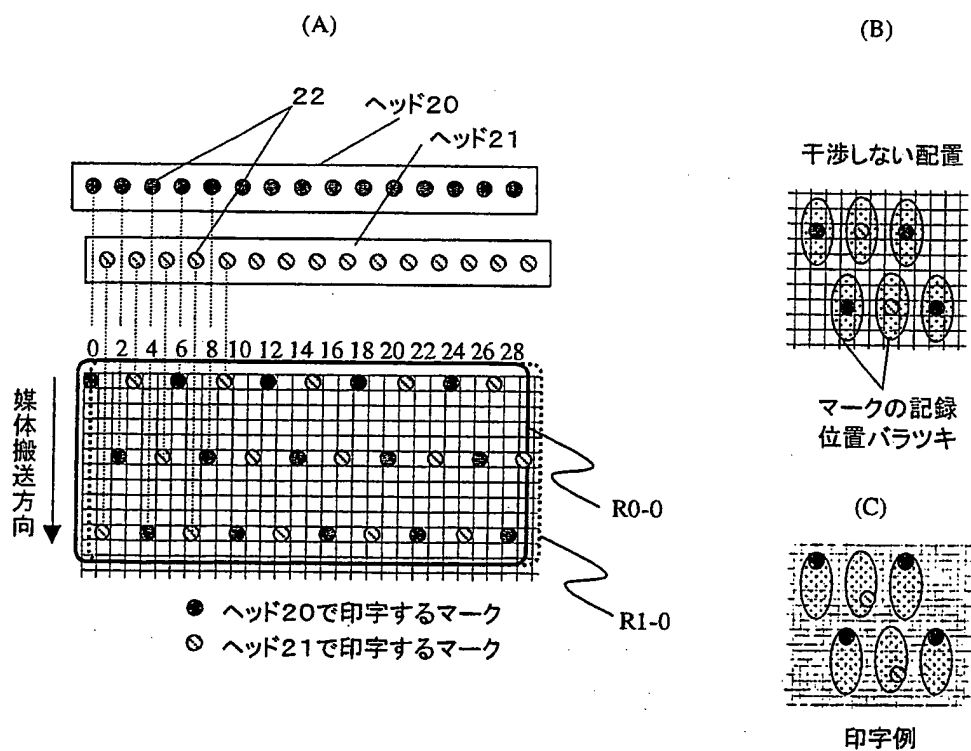


図15

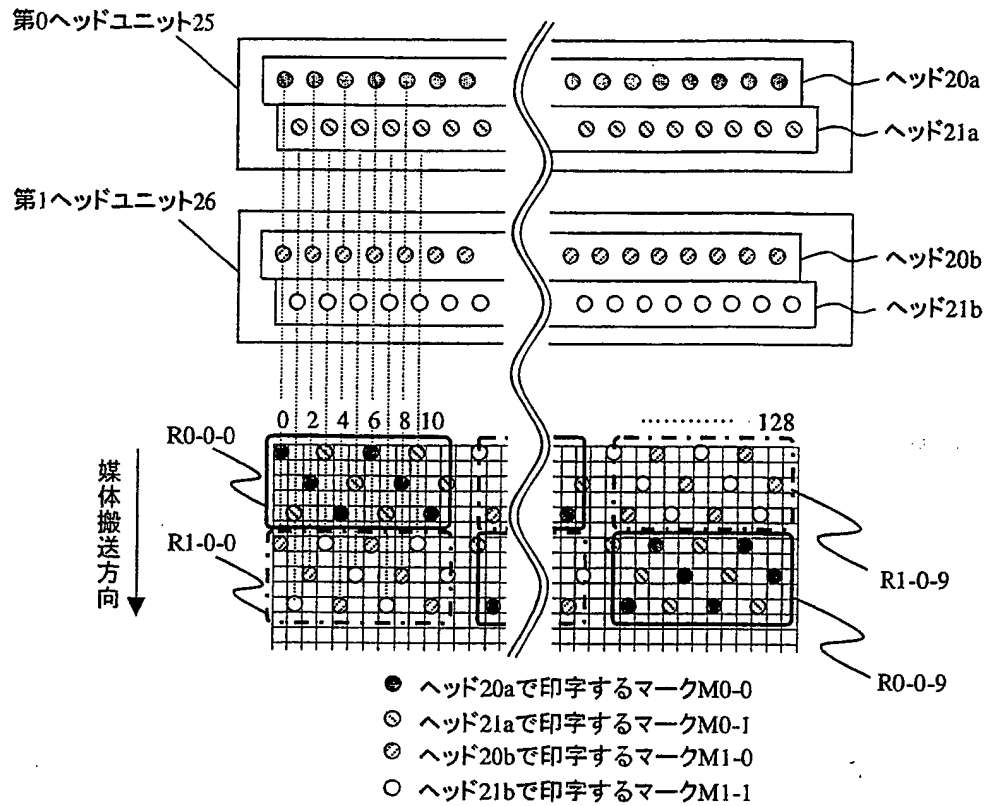


図16

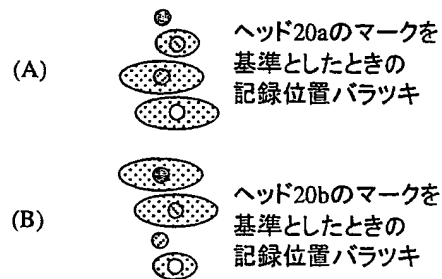


図17

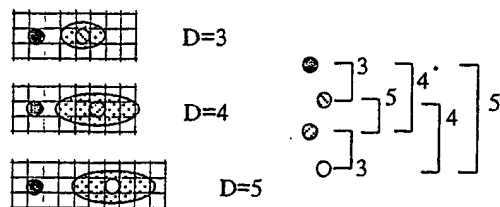


図18

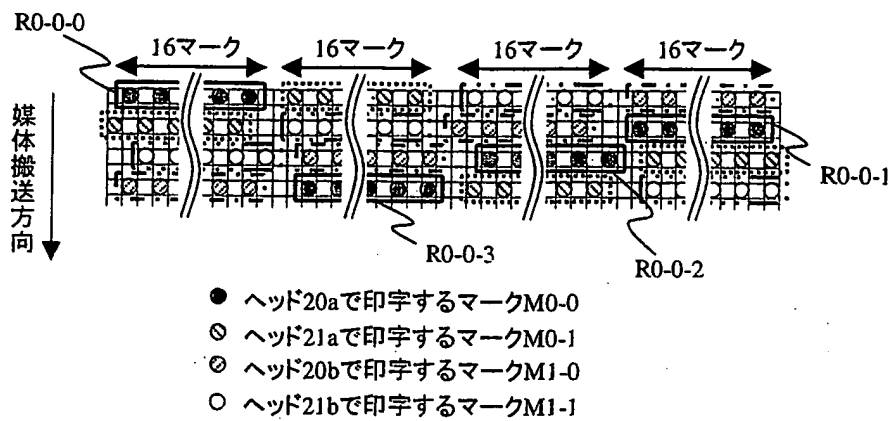


図19

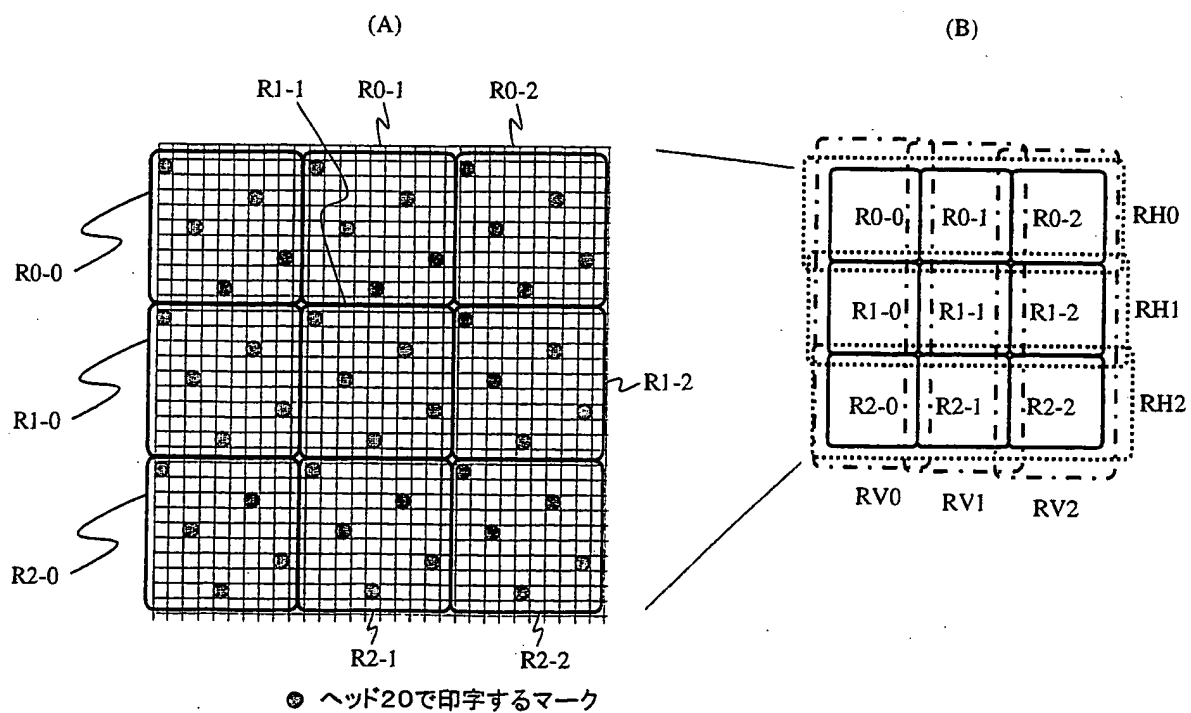


図20

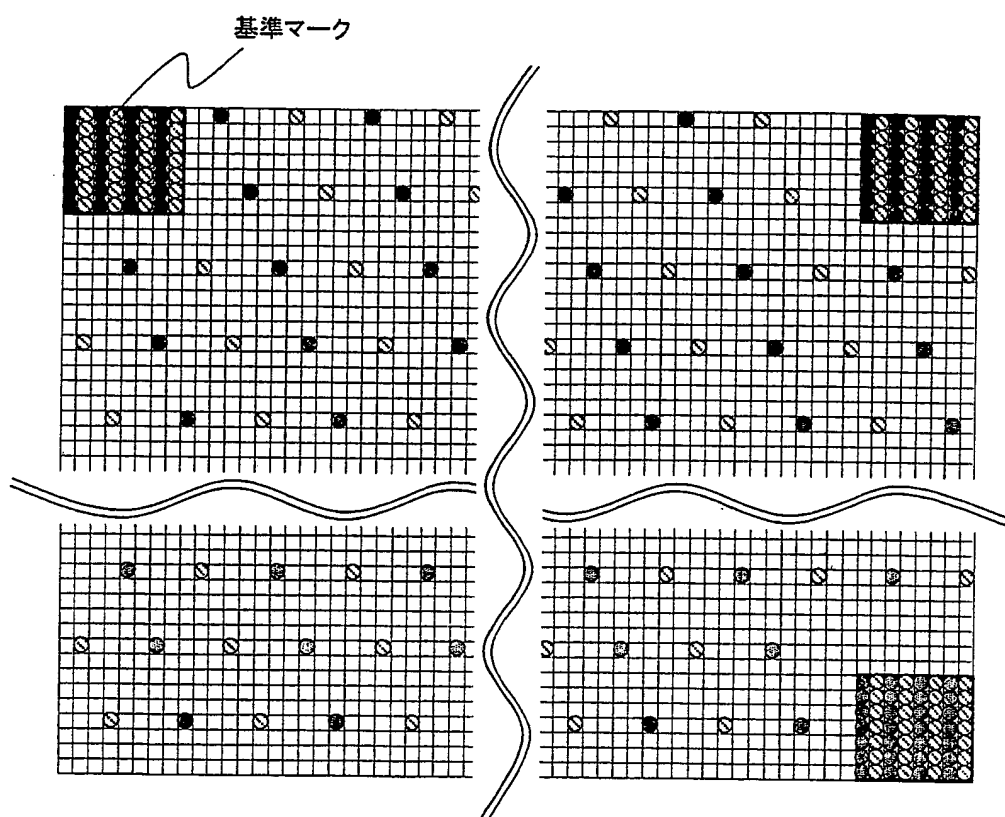


図21

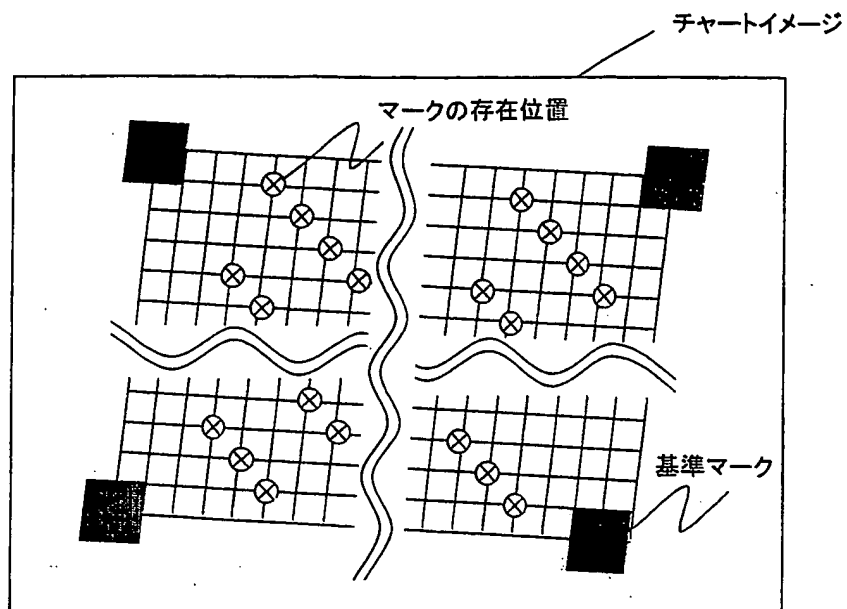


図22

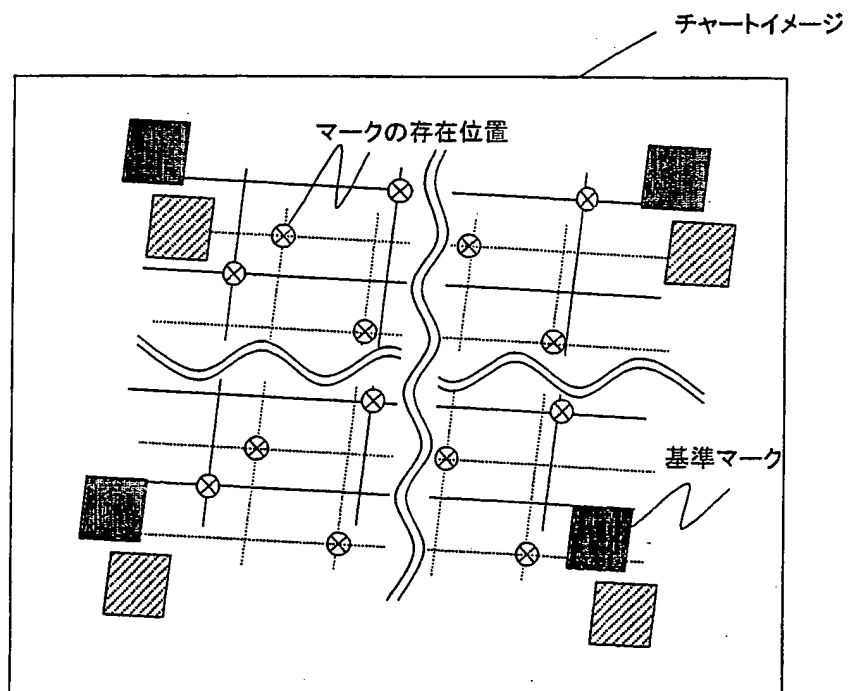


図23

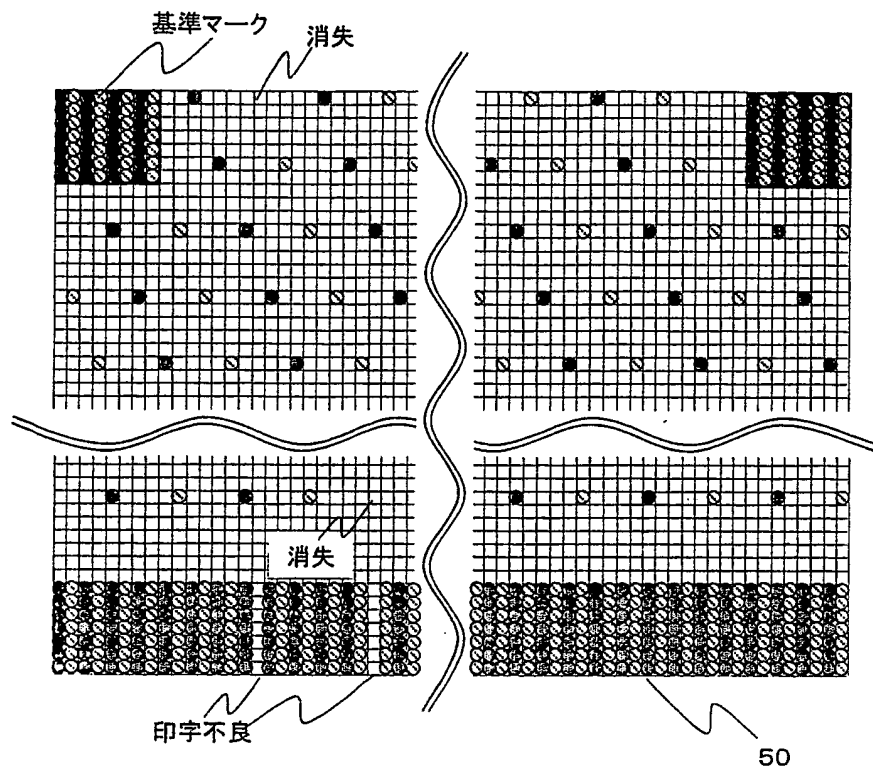




図 24

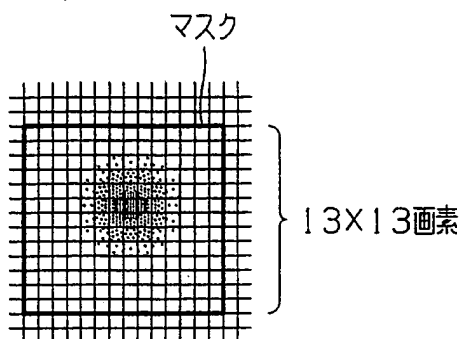


図25

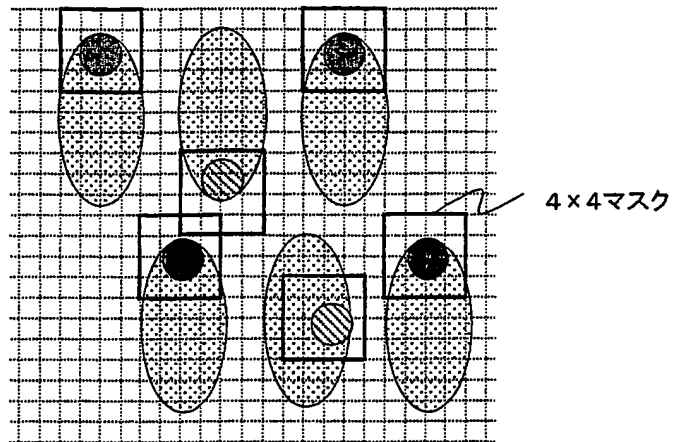


図26

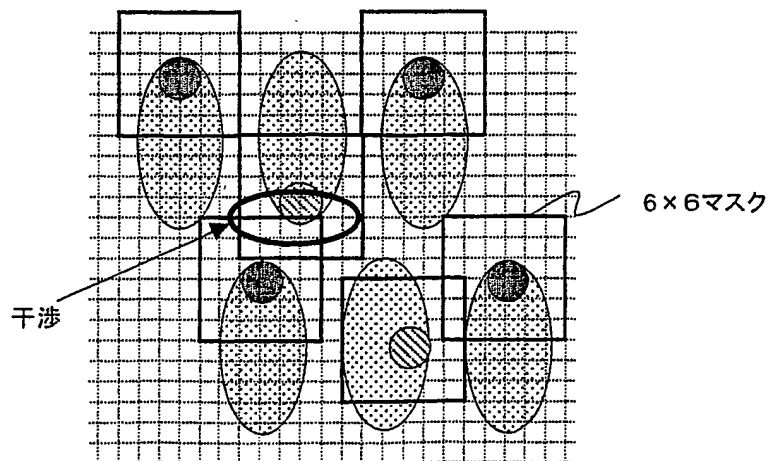


図 27

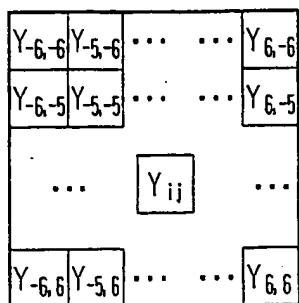


図 28

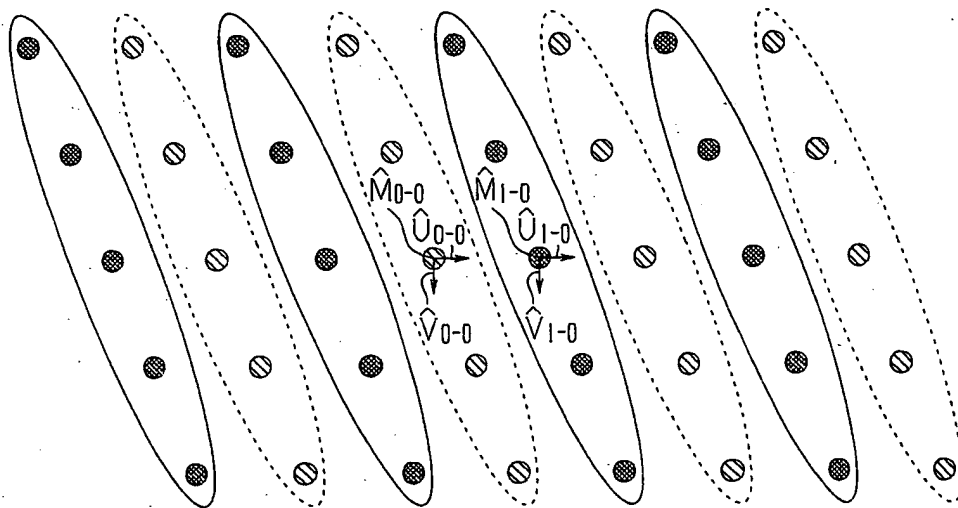


図 29

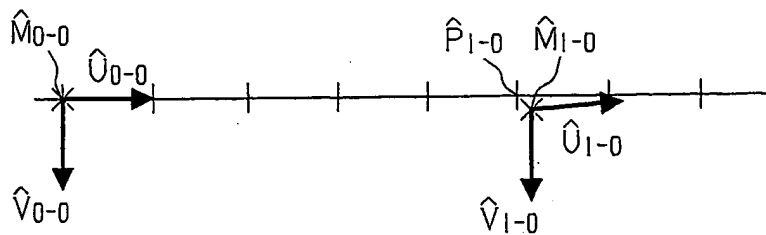


図 30

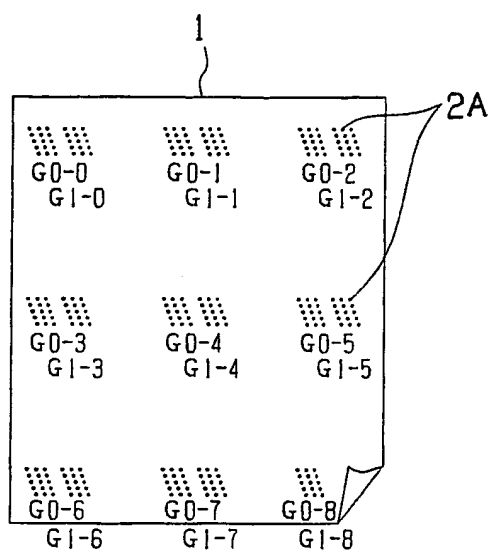


図 31

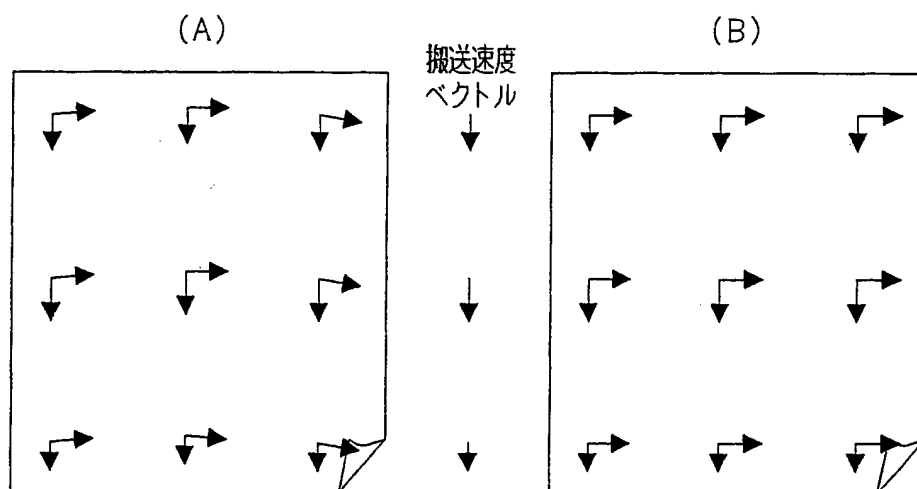


図 32

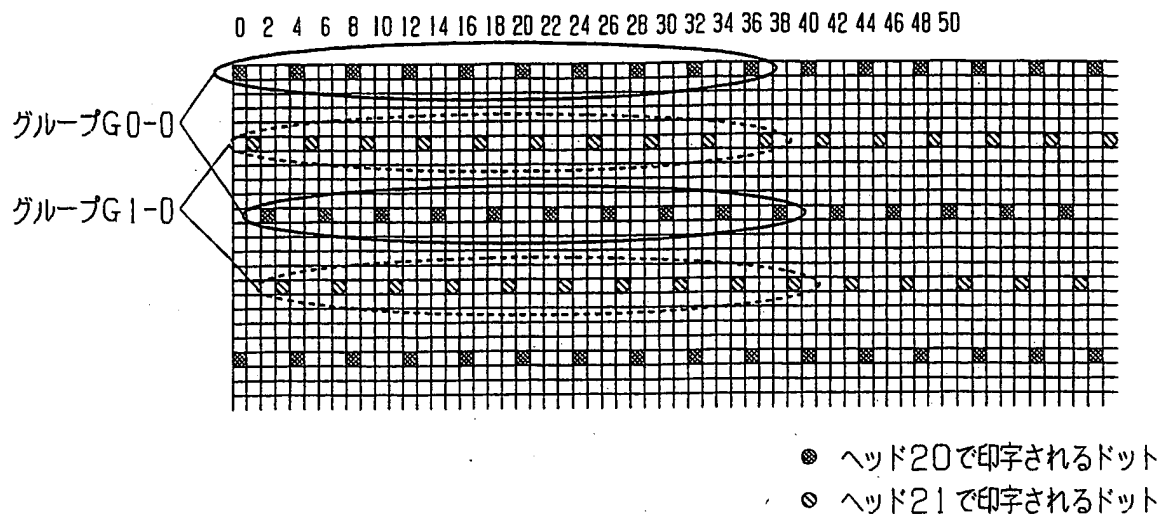


図 33

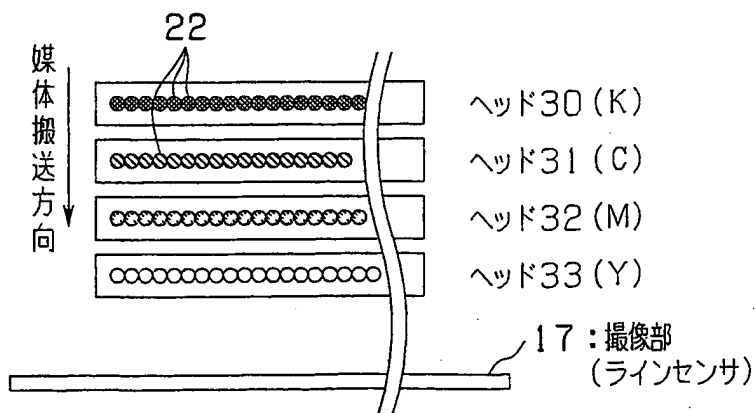


図 34

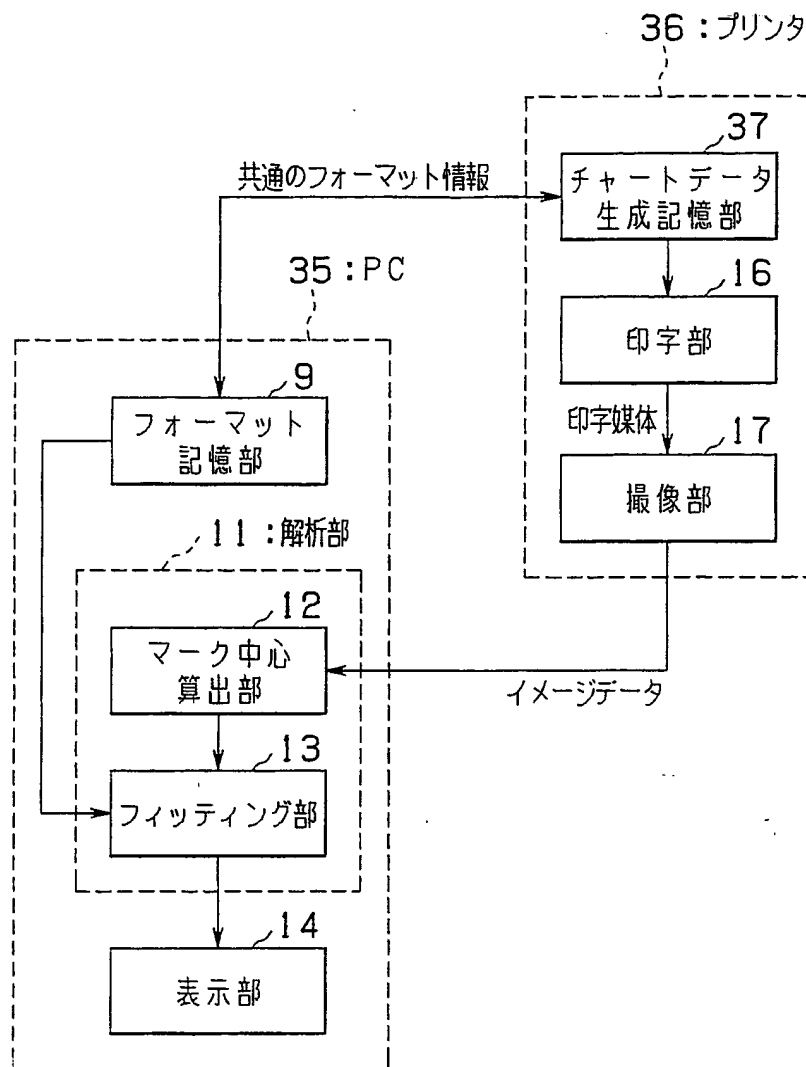


図 35

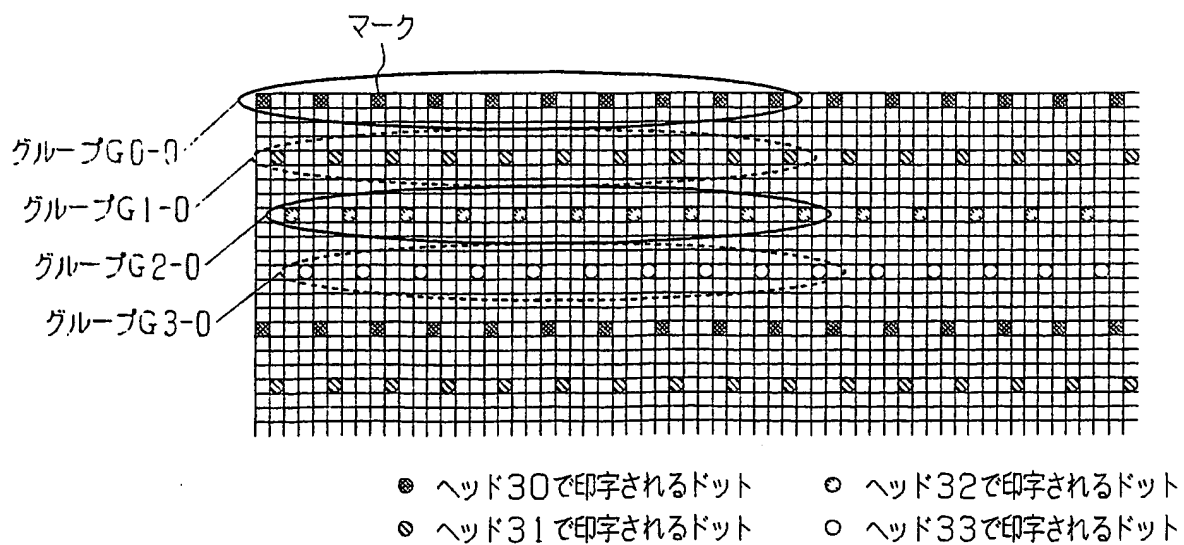


図 36

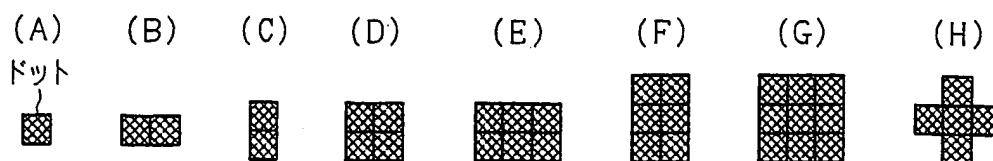


図 37

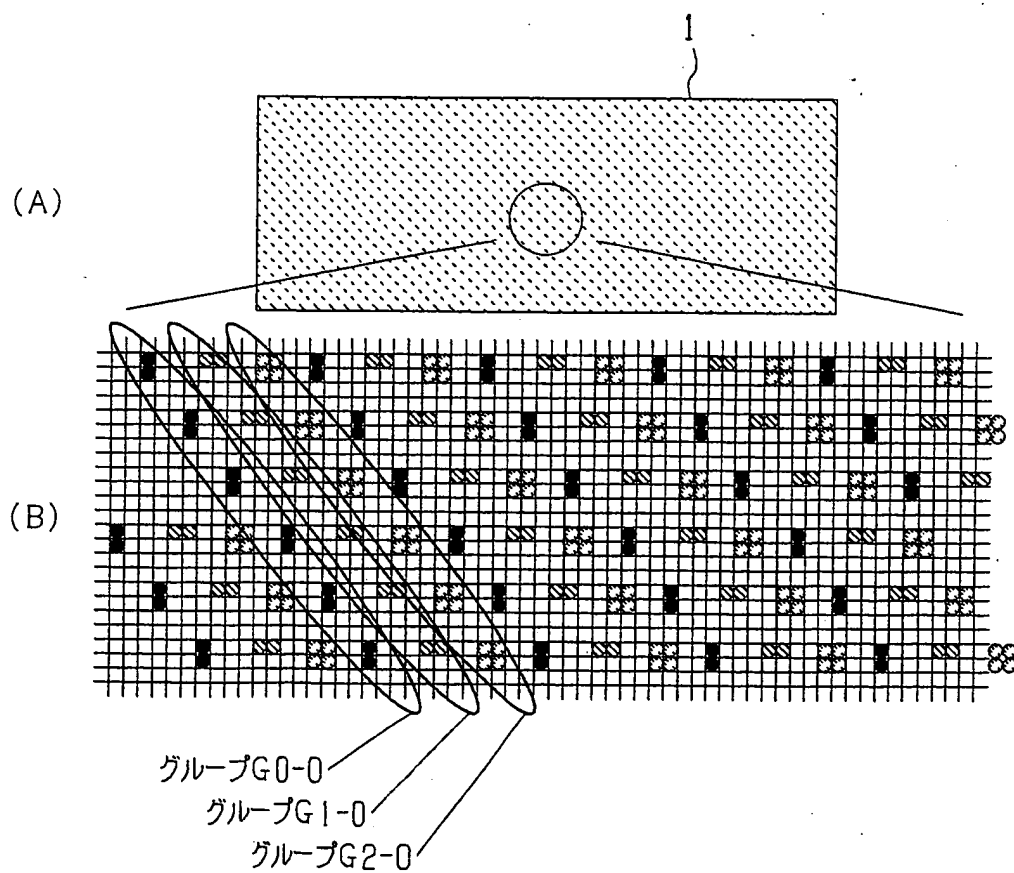


図38

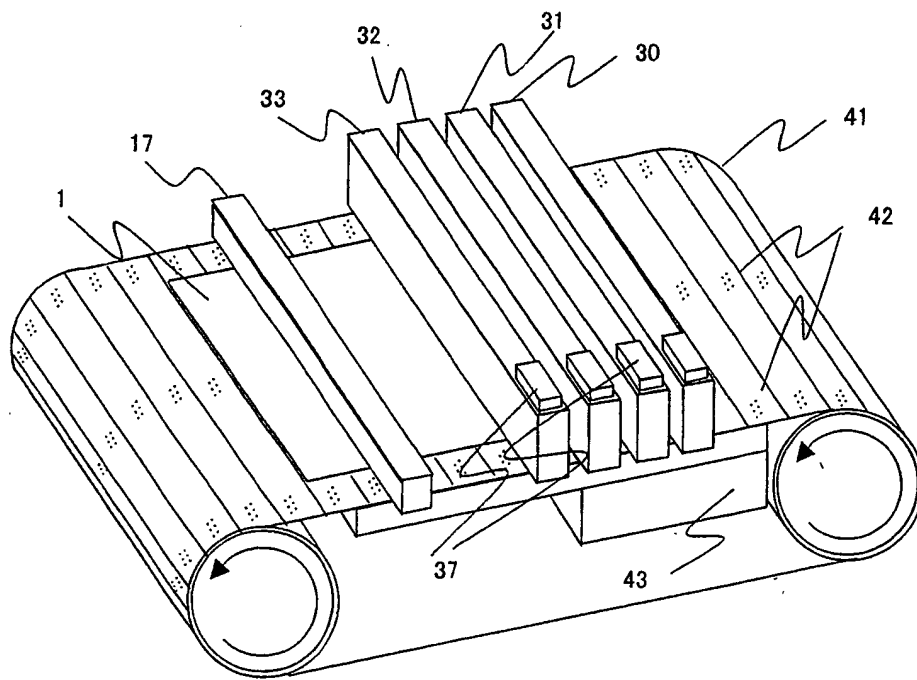




図39

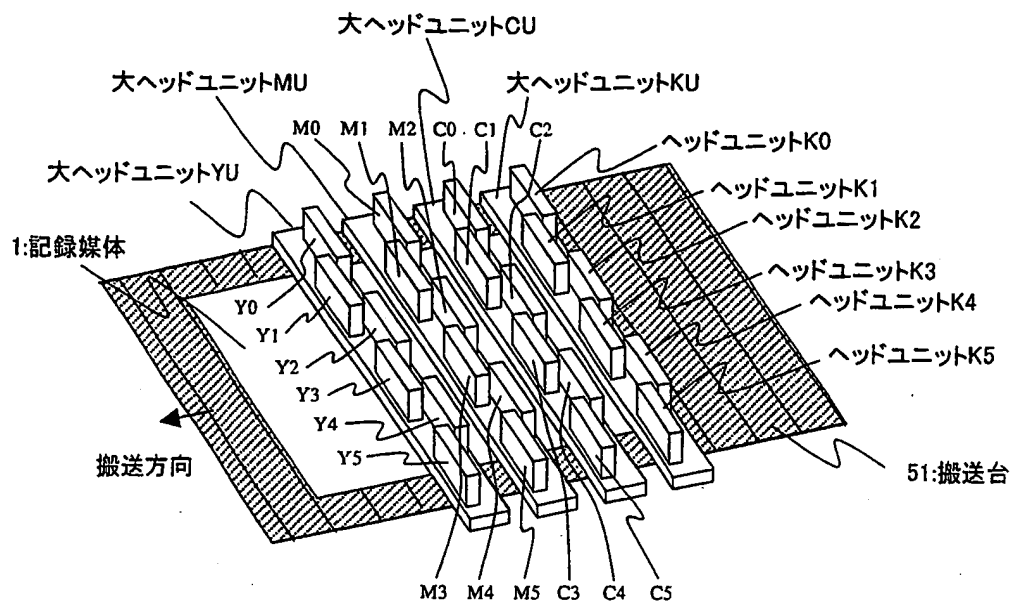


図40

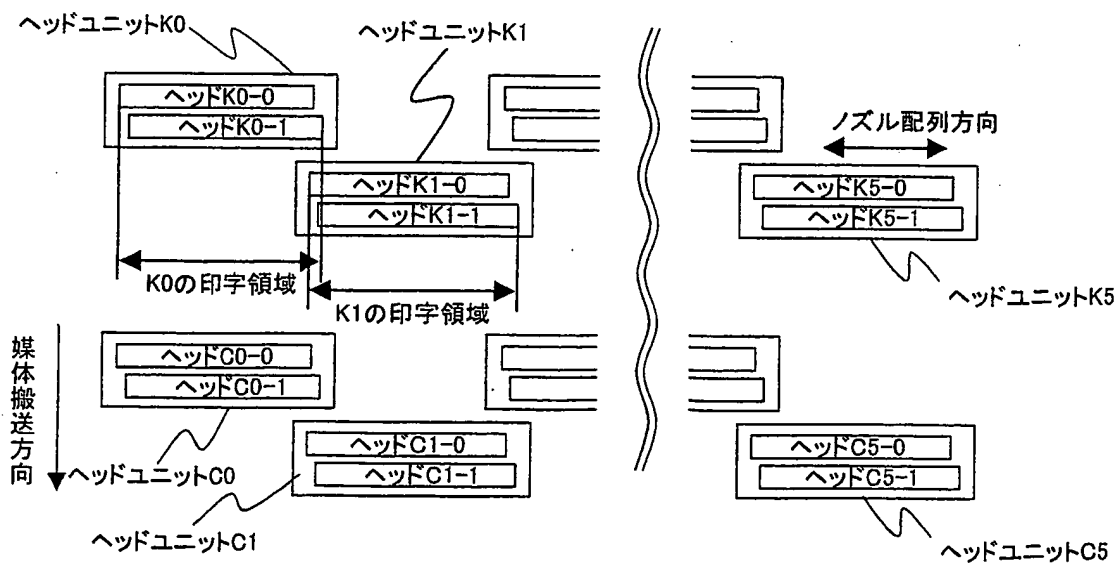


図41

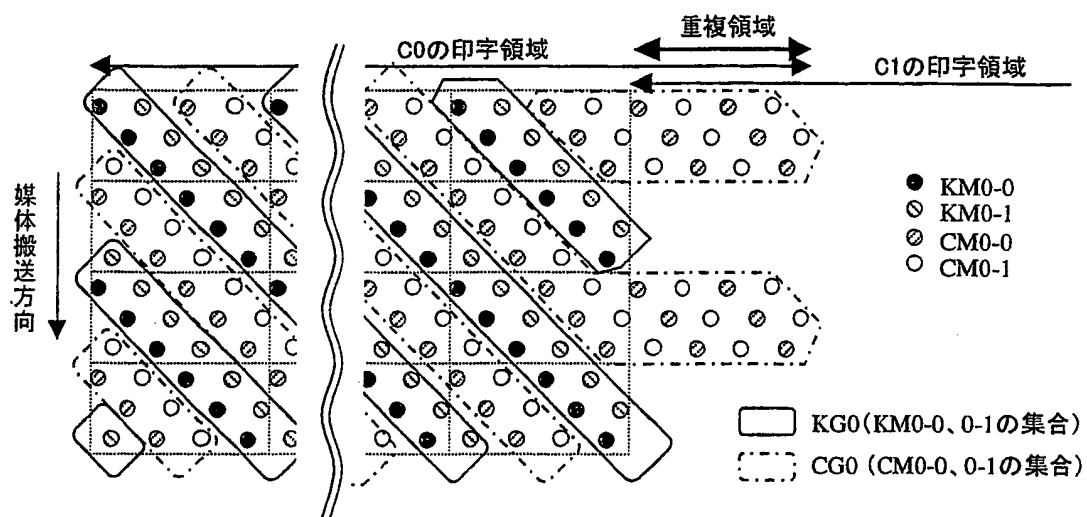


図42

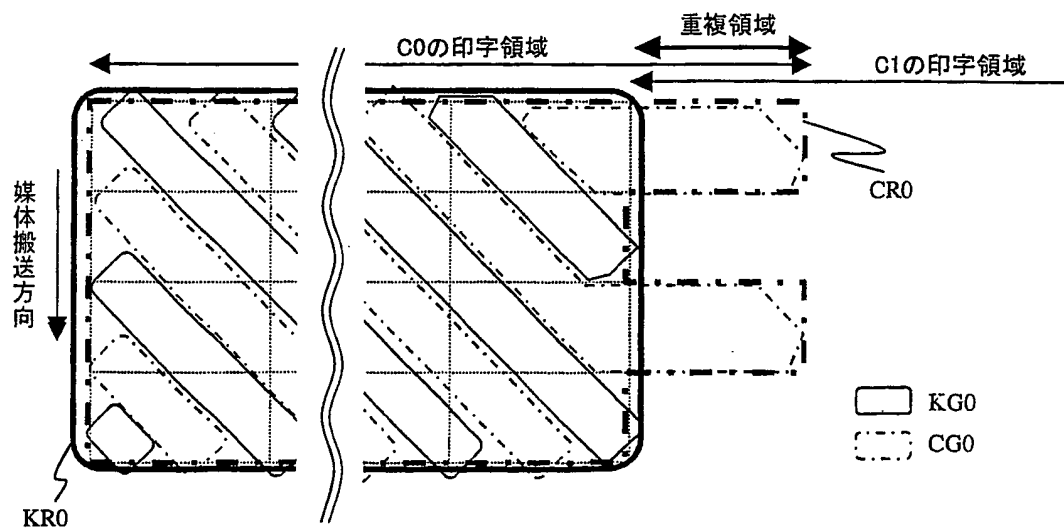


図43

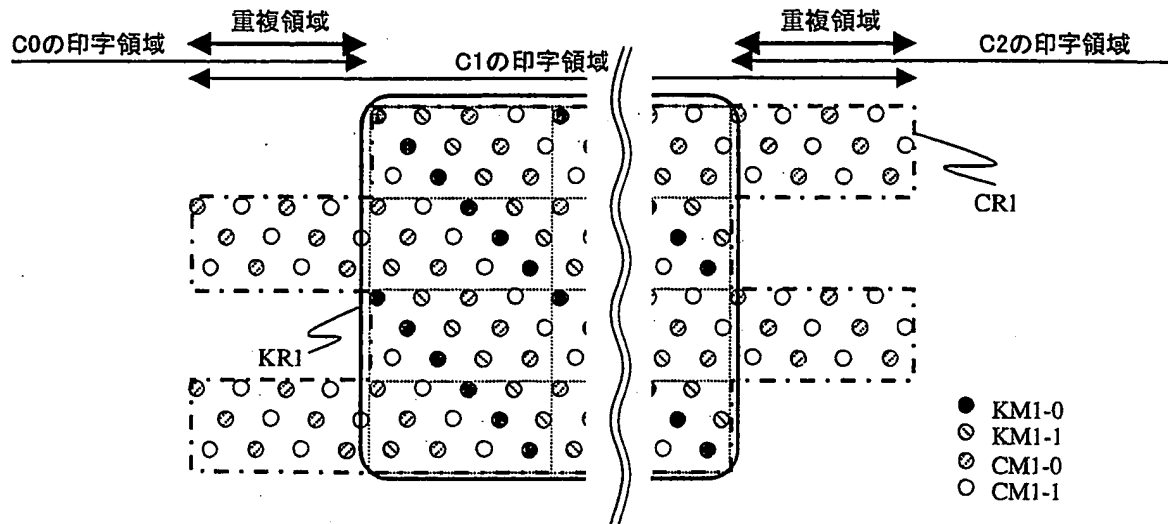


図44

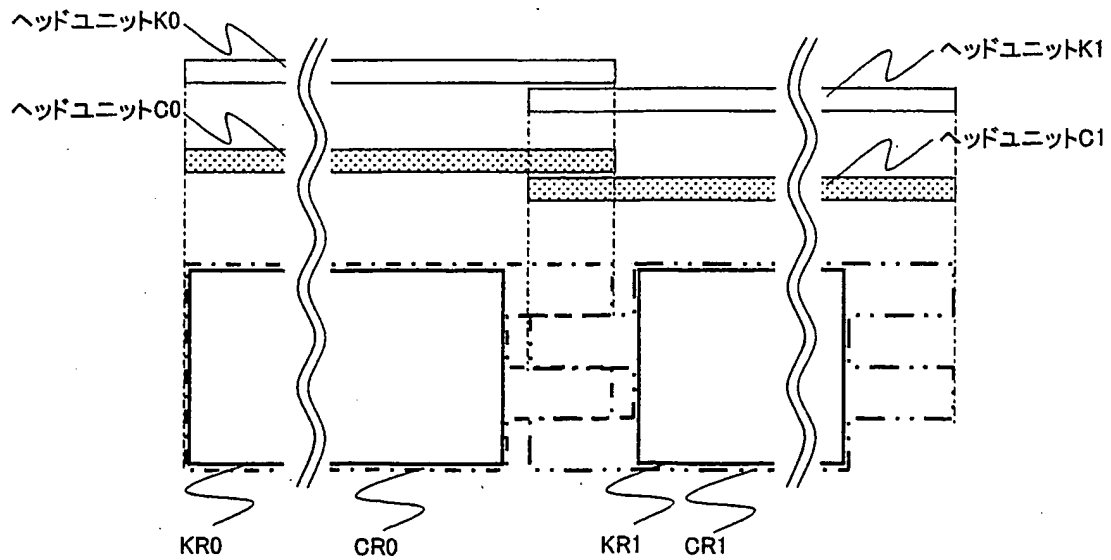


図45

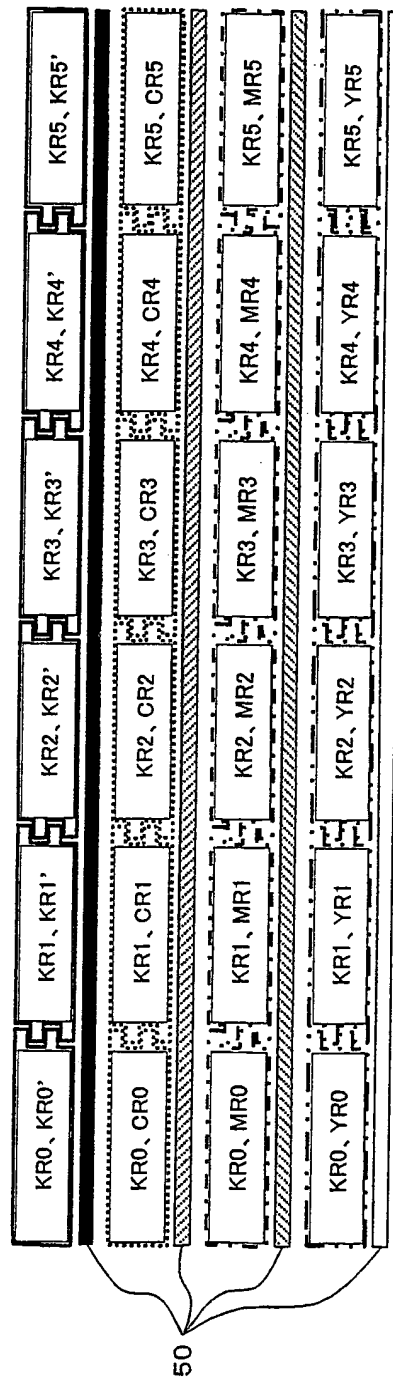


図46

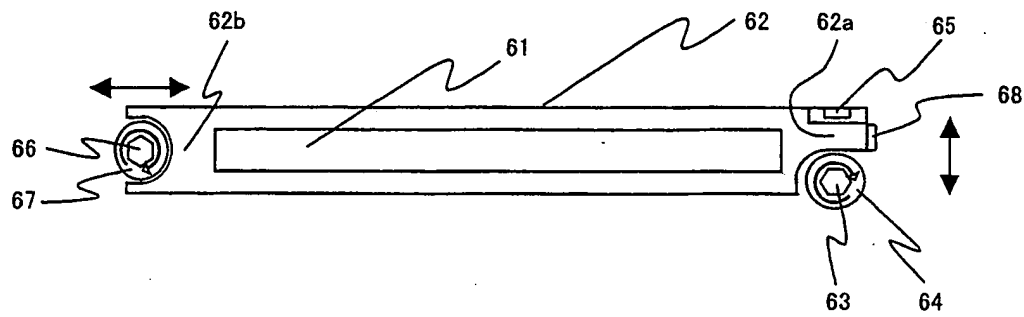


図47

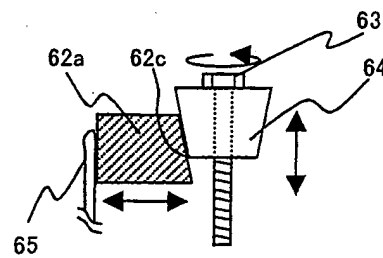


図48

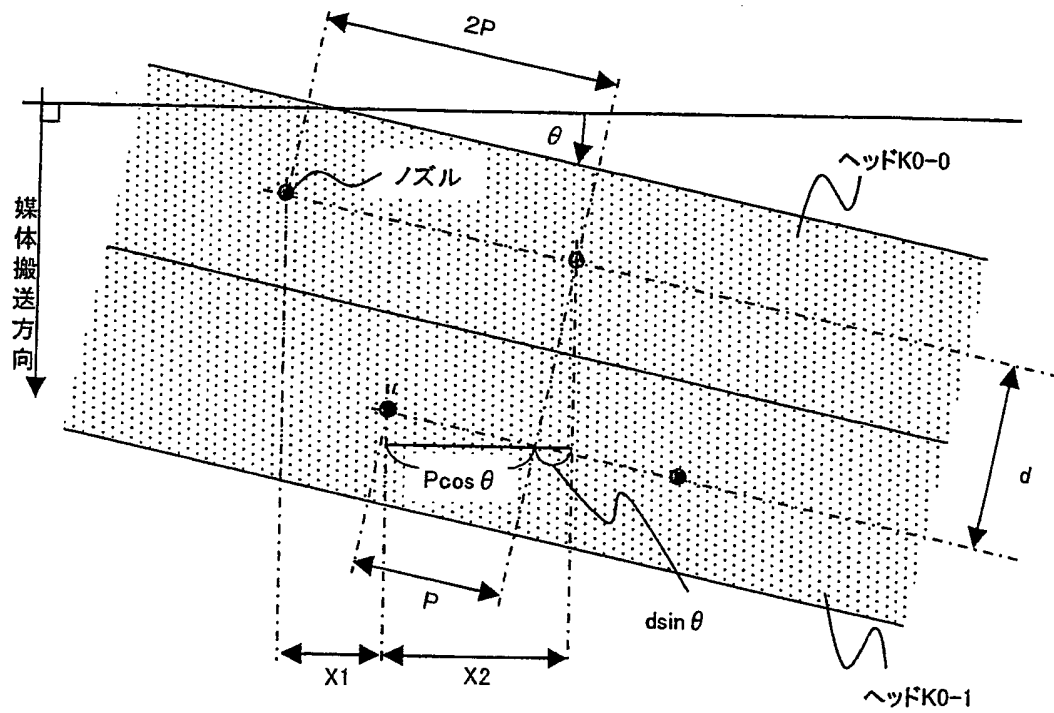
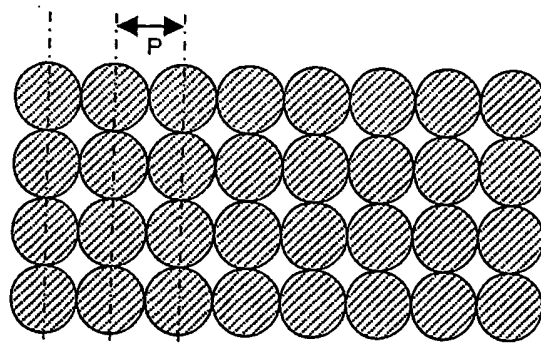
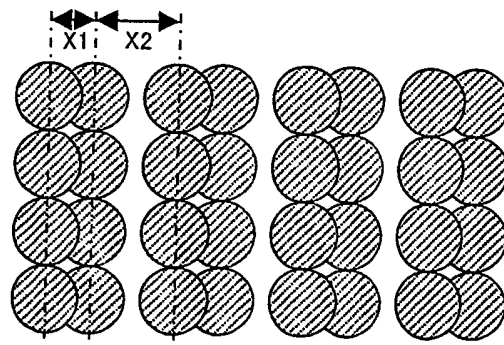


図49



(A)



(B)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: DATE: MAY 16, 2011

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO).**